جـــامعة قـــاصدي مربـــاح ورقـــلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفـــــــــــــيزياء

مذكرة ماستر أكديمي

مجال: علوم المادة

الشعبة: فيزياء

تخصص: فـــيزياء طـــاقوية وطـــاقات متـــجددة

مقدمة من طرف الطالبتين: بن سالم نورة – خنقاوي ريان

بـــــــــــعنوان:

دراسة رفع كفاءة جهاز إنتاج الماء المقطر باستخدام
نظام التتبع الشمسي وقطع بيلتر

نوقشت يوم 09 جوان 2026 أمام لجنة المناقشة المكونة من:

بالحاج مصطفى	**جامعة قاصدي مرباح – ورقلة**	**أستاذ محاضر-أ-**	**رئيسا**
بن مبروك لزهر	**جامعة قاصدي مرباح – ورقلة**	**أستاذ تعليم عالي**	**مشرفا**
فقيه عبد العالي	**جامعة قاصدي مرباح – ورقلة**	**أستاذ محاضر-أ-**	**مناقشا**

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي وفقنا في إنجاز هذا العمل المتواضع، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

نتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى جميع أساتذتنا الأفاضل، ونخص بالشكر الأستاذ المشرف بن مبروك لزهر، على توجيهاته القيمة وإرشاداته، وعلى دعمه المتواصل ومرافقته العلمية ، مما كان له بالغ الأثر في إنجاز (LRPPS) داخل مخبر الإشعاع والبلازما وفيزياء السطح هذا العمل، فله منا كل الشكر والتقدير وجزاه الله خير الجزاء.

وفي الأخير، لا ننسى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد، وساندنا وشجعنا على إنجاز هذا العمل المتواضع

بقلم الطالبتين

بن سالم نورة

خنقاوي ريان

إهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

(قل اعملو فسيرى الله أعملكم ورسوله والمؤمنين)

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق محفورة بالتسهلات لكنني فعلتها فالحمد لله الذي يسر البديات وأكمل النهايات وبلغنا الغايات بكل حب

أهدي ثمرة نجاحي....

إلى نفسي الطموحة أولا إبتدت بطموح وإنتهت بنجاح وفخر...

إلى من رباني وكافح من أجلي إلى المصباح الذي أنار دربي إلى من شجعني على إكمالي هذا الطريق أرجو من الله أن يذ يم في عمرك **....أبي العزيز**

إلى ملاكي في هذه الحياة وأعز مأملك إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها **سر** نجاحيوجنة قلبي **....أمي الغالية**

إلى ضلعي الثابث الذي لايميل الذي رزقني الله بهم سنداً في الحياة

إخواني وأخواتي

إلى الحنونة والغالية على قلبي**... جدتي الحبية**

إلى من كان له أثر جميل في نجاحي إستمراري عزيمتي دون حدود

إلى **صديقات العمر** تلك الأروح الذي قضيت معها أجمل سنين حياتي

إلى كل القلوب التي ذكرتني بالخير ودعت لي إلى كل من أحبوني بصدق

أهديكم ثمرة هذا الجهد بكل محبة وإمتنان.

بن سالم نورة

خنقاوي ريان

فهرس العناوين	الصفحة
الإهداء	III
شكر وتقدير	III
جدول فهرس العناوين	III
جدول عناوين الصور	III
جدول عناوين الجداول	III
المقدمة	أ
الفصل الأول: الطاقات المتجددة والطاقة الشمسة	1
III_تمهيد	2
1_تعريف الطاقة	2
2_الطاقات المتجددة والغير متجددة	4
2_1_ الطاقات غير المتجددة (تعريفها)	4
2_1_2_ أنواع الطاقات غير المتجددة	4
أ_ الوقود الأحفوي	4
ب_ الطاقة النووية	5
2_1_3_التأثير البيئي للطاقات غير المتجددة	5
2_2_ الطاقات المتجددة (تعريف)	6
2_2_2_أنواع الطاقات المتجددة	7
أ_الطاقة الشمسة	7
ب_ طاقة الرياح	8
ج_ الطاقة الكهرومائية	9

د_ الطاقة الجيوحرارية	9
ر_ طاقة الكتلة الحيوية	10
2_2_3_ أهمية الطاقة المتجددة في التنمية المستدامة	10
2_3_ الطاقة الشمسية	11
2_3_1_ أنواع الطاقة الشمسية	11
أ_ الطاقة الشمسية الكهروضوئية	11
ب_ الطاقة الشمسية الحرارية	11
2_3_2_ الاشعاع الشمسي ومكوناته	11
1_ الاشعاع الشمسي	11
2_ مكونات الاشعاع الشمسي	12
أ_ الاشعاع الشمسي المباشر	12
ب_ الاشعاع الشمسي المنتشر	12
ج_ الاشعاع الشمسي المنعكس	12
3_ العوامل المؤثرة على الاشعاع الشمسي	12
4_ أهم العوامل المؤثرة على الاشعاع الشمسي	13
2_3_3_ الاستغلال الحراري للطاقة الشمسية	14
2_3_4_ مبدأ العمل	14
2_3_5_أهم التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية	14
2_3_6_مميزات الاستغلال الحراري للطاقة الشمسية	15
2_3_7_علاقة الطاقة الشمسية بتحلية المياه	15
2_3_8_الخلايا الشمسية الكهروضوئية	15
2_3_9_التخزين الحراري للطاقة الشمسية ومواد تغيير الطور	16
2_3_10_أهمية الطاقة الشمسية في الجزائر	17
خلاصة الفصل	17
الفصل الثاني : المقطرات الشمسيةوتحلية المياه	18
IV_تمهيد	19
1_ طرق تحلية المياه	19

1_1_ تعريف طرق تحلية المياه	*19*
1_2_ طرق تحلية المياه	19
1_ التحلية بأغشية التناصح العكسي	19
2_ التحلية الحرارية	20
أ_ التبخر الوضمي متعدد المراحل(msf)	21
ب_ المقطرات المتعددة التأثير	22
3_ التحلية بالطاقات الشمسية	23
4_ مقارنة بين تقنيات التحلية	23
1_3_ مقطرات الشمسية	24
1_ لمحة تاريخية عن المقطرات الشمسية	24
2_ مفهوم التقطير الشمسي	25
3_ أنواع المقطرات الشمسية	25
1_ المقطرات البسيطة	25
أ_ المقطر الشمسي الاحادي	26
ب_ المقطر الشمسي المزدوج	26
ج_ مقطر شمسي أرض ماء	27
د_ مقطر كرري لماسح	28
2_ المقطرات المتعددة	28
أ_ المقطر الشمسي متعدد الطريق	28
ب_ المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية	29
3_ المقطرات الشمسية المزدوجة بالتقنيات التحسين	30
1_4_ مبدأ عمل المقطرات الشمسية	31
4_العوامل المؤثرة على أداء المقطرات الشمسية	32
5_طرق تحسين كفاءة المقطرات الشمسية	33
خلاصة الفصل	34
الفصل الثالث:رفع كفاءة إنتاج الماء المقطر	35
V_تمهيد	36
1_ اساسيات تحسين انتاج الماء المقطر	36

1_1_ تحسين عملية التبخر	36
1_2_ تحسين عملية التكثيف	36
2_ الفرق الحراري كعامل اساسي	36
2_1_ التوازن الحراري داخل النظام	36
2_2_ تأثير العوامل البيئية	37
3_تقنية تأثير بيلتر	37
3_1_ تعريف بيلتر	37
3_2_ المبدأ الفيزيائي	37
3_3_ التمثيل الحراري للوحدة	37
3_4_ خصائص التقنية	37
3_5_ أهمية بيلتر في تحسين انتاج الماء المقطر	38
3_6_ نظام التتبع الشمسي	39
3_7_ الدمج بين بيلتر والتتبع الشمسي	39
4_ الدراسة التجريبية	39
4_1_ تمهيد بسيط للتجربة	39
4_2_ عرض الجهاز التجريبي	39
4_3_ مبدأ عمل الجهاز	40
أ_مرحلة التحول الطوري (التبخر)	40
ب_ مرحلة التبادل الحراري (التكثيف)	41
ج_ مرحلة التصريف والتجميع	41
1_بداية التجربة	41
2_ مقارنة النتائج التجريبية	46
أ_ جدول مقارنة النتائج	47
ب_ الحسابات المرتبطة بنتائج الجدول	47
ج_ تحليل نتائج الجدول	48
الاستنتاج	48
خلاصة الفصل	50
الخاتمة	50

قائمة المراجع	53
الملخص	57
فهرس الصور	الصفحة
الشكل (VII-1):صورة لمختلف انواع الطاقات غير المتجددة	6
الشكل (VII-2):تمثل الصورة الألواح الشمسية في الجزائر	8
الشكل (VII-3):طاقة الرياح	9
الشكل (VII-4):لطاقة الكهرومائية	9
الشكل (VII-5):الطاقة الجيوحرارية	10
الشكل (VII-6):استخدامات الطاقة الحيوية	10
الشكل (VII-7):مكونات اشعاع الشمس	12
الشكل (VII-8):مختلف العوامل المؤثرة على الاشعاع الشمس	13
الشكل (VII-9):الاستعمالات الحرارية للطاقة الشمسية	14
الشكل (VII-10):أنواع الخلايا الشمسية	16
الشكل (VII-1): طريقة التخاصح العكسي	20
الشكل (VII-2):رسم يوضح تقنية الأسمور الكهربائي	20
الشكل (VII -3):محطة تحلية المياه بلحامة الجزائر	21
الشكل (VII -4):سم تخطيطي يوضح التبخر الومضي متعدد المراحل	22
الشكل (VII -5):رسم لمحطة تعمل بطريقة التأثير المتعدد	23
الشكل (VII-6):يوضح الشكل مخطط لتحلية بطاقة الشمسية	23
الشكل (VII-7):يوضح الرسم مخطط لمقطر الشمس البسيط	25

الشكل(8- VIII):رسم تخطيطي لمقطر شمسي أحادي الميل	26
الشكل(9- VIII):يوضح الرسم المقطر الشمسي مزودج الميل	27
الشكل (10-VIII):مخطط تفصيلي لآلية عمل المقطر الشمسي الأرضي	27
الشكل (11-VIII):لمقطر الشمسي الكروي	28
الشكل (12-VIII):يوضح مخطط متعدد الطوابق	29
الشكل (13-VIII):تمثل فيزيائي وميداني المقطر الشمسي المتعدد على الخاصة الشعيرية	29
الشكل(1-VIII):هياكل قطعة بيلتر وطريقة تركيب في جهاز التقطير	38
الشكل (2-VIII): يمثل الشكل الهيكل العام للجهاز التقطير المخبري	40
الشكل (3-VIII): توضح الأشكال كيفية توصيل الجهاز المخبريبالحنفية	42
الشكل (4-VIII): تسجيل الفترة الزمنية للانتاج الماء المقطر في الجهاز المخبري لتقطير	42
الشكل (5-VIII): كمية الماء المقطر الناتج بعد 10دقائق	43
الشكل (6-VIII): يمثل الشكل وحدة بلتر المستخدمة لتبريد	44
الشكل (7-VIII): صور للألواح الشمسية المستعملة في نظام التبتع الشمسي	45
الشكل (8-VIII): يمثل الصورة تثبيت وحدة التبريد في جهة التكثيف للجهاز	45

فهرس الجداول	الصفحة
يمثل الجدول مقارنة أداء إنتاج الماء المقطر لجهاز المخبري	46

مقدمة عامة

مقدمة عامة

تعد مشكلة نقص الموارد المائية و تأمين المياه الصالح للشرب أحد أبرزالتحديات الإستراتيجية و البيئية التي تواجه دول العالم في القرن الحادي و العشرون، لا سيما في المناطق ذات المناخ الجاف و الشبه جاف ، ومع تزايد النمو السكاني و التوسع الصناعي ، أصبح الإعتماد على مصادر المياه التقليدية غير كافٍ لسد الإحتياجات المتزايدة ، مما دفع بالبحث العلمي نحو إبتكار حلول مستدامة تعتمد على تقنيات تحلية المياه و تنقية مصادرها .

وفي هذا السياق ، تبرز أنظمة التقطير الشمسي كأحد الحلول البيئية والإقتصادية الواعدة ، نظراً لإعتمادها المباشر على الطاقة الشمسية وهي طاقة نظيفة ، متجددة و منخفضة التكلفة ،غير ان الإنتاجية للمقطرات الشمسية البسيطة و التقليدية تظل محدودة نسبياً ، ويعود ذلك بشكل أساسي إلى الفاقد الحراري الكبير أثناء عمليتي التبخر و التكثف .

لتجاوز هذه العقبات التقنية ، يتجه البحث التطبيقي نحو تقنيات دمج حديثة لرفع كفاءة هذه الأنظمة ، ومن هذا المنطق ترتكز هذه الدراسة على محورين تحسينيين :

الاول هو استخدام **"نظام التتبع الشمسي "** لضمان إستقبال أقصى شدة إشعاعية ممكنة ، والثاني هو توظيف **"قطع بيلتر "** الكهروحرارية لإحداث فارق حراري حاد يساهم في تسريع عملية التكثيف و تقليص الضياع الحراري ، و بالتالي رفع الكفاءة الإجمالية للجهاز .

وتكتسي هذه الدراسة أهمية بالغة بالنظر إلى الخصوصية الجغرافيا و المناخية للجزائر ، و التي يتميز أكثر من 80% من مساحتها بالمناخ الصحراوي ، حيث يرفع معدل الإشعاع الشمسي بالتزامن مع ندرة حادة في موارد المياه العذبة والسطحية، مما يجعل توظيفالطاقات المتجددة في إنتاج المياه خياراً حتمياً للتنمية المستدمة.

وللإحاطة هذا الموضوع من جوانبه النظرية والتطبيقية،سنتطرق في هذه المذكرة إلى ثلاث فصول:

الفصل الأول (الطاقات المتجددة والطاقة الشمسية):تم تخصيصه للإطار النظري والمفاهيم المتعلقة بالطاقة، مع التركيز على مصادر الطاقة غير متجددة واثارها البيئية،وبين البدائل النظيفة وعلى رأسها الطاقة الشمسية .

الفصل الثاني (المقطرات الشمسية وتحلية المياه):يتناول دراسة وتحليل مختلف الطرق والتقنيات المستخدمة عالمياً في تحلية المياه، لينتقل بعدها بالتفصيل إلى تصنيف المقطرات الشمسية وإستعراض أنواعها وأليات عملها.

الفصل الثالث (الجانب التطبيقيوتحليل النتائج):يركز على الجانب التجريبي للدراسة حيثُ يستعرض التصميم الهندسي للجهاز التقطير المخبريوالمنهجية المتبعة في القياسات وصولاً إلى عرض النتائج التجريبية المحققة ،وبين مدى فعالية التقنيات المدمجة في رفع كفاءة إنتاج الماء المقطر.

الفصل الأول: الطاقات المتجددة والطاقة الشمسية

I تمهيد:.

تشكل الطاقة الركيزة الأساسية للتنمية اللأقتصادية والأجتماعية إذ تعتمد على جميع الأنشطة البشرية من الصناعة والنقل إلى الزراعة والخدمات. وقد أدى الأستغلال المفرط للوقود الأحفوري إلى مشكلات بيئية خطيرة، ماستدعى البحث عن بدائلالمستدمة.

1.تعريف الطاقة

تعد الطاقة من أكثر المفاهيم العلمية شمولاً وأهمية في مختلف مجالات العلوم خاصة الفيزياء والهندسة،حيث ترتبط بجميع الظواهر الطبيعية والأنشطة البشرية. ويمكن تعريف الطاقة بأنها القدرة على إنجازشغل أوإحداث تغير في حالة نظام فيزيائي، سواء كان هذا التغير في الحركة أو درجة الحرارة أو التركيب الكيميائي أو حتى في البنية الذرية للمادة ويُعد هذا التعريف أساساً لفهم كيفية عمل الأنضمة الهندسية مثل المقطرات الشمسية، التي تعتمد على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية لإنتاج المياه العذبة.[1]

من منظور العلمي،يرتبط مفهوم الطاقةإرتباطاً وثيقاً بقوانين الديناميكية الحرارية التي تفسر وضع العالم **جيميس بريسكوت جول** الأسس التجربية لفهم العلاقة بين الشغل والحرارة، مما يساهم في تأريخ مبدأ أن الطاقة يمكن أن تتحول من شكل إلى أخر دون أن تُفن ويعرف هذا المبدأ بإسم قانون حفظ الطاقة،وهو أحد أهم القوانين الفيزيائية،إذ ينص على أن **مجموع الطاقة في نظام معزول يبقى ثابتاً مهم تعددت التحولات التي تمر بها.**[2]

تظهر الطاقة في الطبيعة بعدة أشكال، من أبرزها **الطاقة الميكانيكية** المرتبطة بالحركة والموقع،و**الطاقة الحرارية** الناتجة عن حركة الجزيئات، **والطاقة الكهربائية** التي تعتمد عليها معظم التقنيات الحديثة، و**الطاقة الكيميائية** المخزنة في الروابط والذرات،إظافة إلى **الطاقة النووية** تُعد من أعلى مصادر الطاقة كثافة وتكمن أهمية هذه الأشكال في إمكانية تحويلها فيما بينها'فمثلاً يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية، ثم إستخدمها في تطبيقات متعددة مثل **التسخين أو التحلية.**[3]

تلعب الطاقة دور مهما في تحقيق التنمية الأقتصادية والإجتماعية،إذ تعتمد عليها قطاعات الصناعة والنقل والزراعة والأتصالات. فبدون توفر مصادر طاقة موثوقة، يصبح من الصعب تشغيل المصانع،أو نقل البضائعن أو توفير الخدمات الأساسية كما أن مستوى إستهلاك الطاقة غالبا مايستخدم كمؤشر على تقدم الدول وإزدهاره.ومع التوسع الصناعي والنمو السكاني إزداد الطلب العالمي على الطاقة بشكل غير مسبوق مما أدى إلى إستنزاف الموارد التقليدية مثل **النفط والغاز** وإرتفاع مستويات التلوث البيئي لذلك إتجهت العديد من الدول إلى البحث عن حلول مستدمة ونظيفة، وعلى رأسها الطاقة الشمسية.[4]

الطاقة هي العنصر المحوري الذي تقوم عليه جميع العمليات الطبيعية والتكنولوجية،ومن خلال فهم خصائصها وقونينها،يمكن تطوير حلول هندسية مبتكرة تساهم في مواجهة التحديات العالمية ، مثل نذرة المياه وأزمة الطاقة وتحقيق تنمية المستدامة للأجيال القادمة.

2_الطاقات المتجددة والغير المتجددة:

2_1_ الطاقات غير المتجددة:

تعريفها:

الطاقات غير متجددة هي مصادرطاقة محدودة تتكون عبر ملايين السنين نتيجة عمليات جيولوجية معقدة، وبتالي فإن استهلاكها يتم بسرعة أكبر بكثير من معدل تكونها.وعند نضوبها يصبح تعويضها شبه مستحيل على المدى الزمني البشري،تتميز هذه الطاقات بكثافة طاقوية عالية وسهولة التخزين والنقل مماجعلها المصدر الرئيسي للطاقة منذ بداية الثورة الصناعية

خصائصها:

مخزون محدود في باطن الأرض

كثافة طاقوية مرتفعة

قابلة للتخزين والنقل

ملوثة للبيئة

تعتمد عليها الصناعة العالمية

2_2_أنواع الطاقات غير المتجددة:

1_الوقود الأحفوري:

يتكون الوقود الأحفوري من بقايا الكائنات الحية التي تعرضت للضغط والحرارة عبر العصور الجيولوجية [5]ويشمل

أ_الفحم الحجري:

يُعد الفحم من أقدم مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وتشغيل المصانع وهو من أكثر مصادر الطاقة إطلاقاً لثاني أكسيد الكربون ويشكل نسبة كبيرة من انبعا ثات الطاقة العالمية.[4]

_استعمالاته:

- ✓ توليد الكهرباءيعتبر أكبر إستخدام عالميا
- ✓ صناعة الحديد والصلب
- ✓ الأسمنت

_التأثير البيئي:

- ✓ أمطار حمضي
- ✓ من أكثر مصادر تلوثاً للبيئة
- ✓ الأحتباس الحراري

ب _ النفط(البترول):

يعتبر النفط العمود الفقري للإ قتصاد العالمي، حيث يدخل في إنتاج الوقود والبيتروكيميائيات و البلاستيك يتواجد في الصخور الرسوبية.[3]

_مشتاقاته

- ✓ البنزين
- ✓ الكيروسين
- ✓ البلاستيك
- ✓ الأسفلت

_خصائصه

- ✓ كثافة طاقوية مرتفعة
- ✓ سهل النقل عبر الأنابيب والناقلات

_أثره البيئي:

يساهم النفط في نسبة كبيرة من إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون عالمياً،حيث يمثل أهم مصادر التلوث الجوي

ج_الغاز الطبيعي:

هومصدر طاقة أحفوري يتشكل في أعماق الأرض عبر ملايين السينين بطريقة ممثلة لألية تشكل النفط.

غاز قابل للإشتعال لارئحة ولا لون وكميات صغيرة من الإيثان والبروبان والبيوتان والبنتان.[5]

_استعمالاته:

- ✓ الطهي المنزلي
- ✓ التدفئة
- ✓ محطات توليد الكهرباء

_ميزاته:

يعد انظف نسبيا من الفحم و النفط لأنه يطلق كمية أقل من ثاني أكسيد الكربون.

لكن مع ذلك فقد كان أحد أسباب زيادة الانبعاثات العالمية سنة 2024.

2_الطاقة النووية:

أ_ المبدأ الفيزيائي : .

تعتمد على **الانشطار النووي**لعنصر اليورانيوم 235 داخل المُفعل النووي، حيث تنقسم النواة و تحرر كمية هائلة من الطاقة الحرارية،لإنتاج بخار يُد ير التوربينات ويولد الكهرباء.[5]

_مميزاتها

- ✓ إنتاج CO_2 أثناء التشغيل
- ✓ إنتاج كهرباء مستمر
- ✓ كثافة طاقة ضخمة جدا

_عيوبها:

- ✓ نفايات مشعة طويلة العمر
- ✓ مخاطرالحوادث (تشرنوبيل، فوكوشيما)][6]
- ✓ ورغم ذلك فإن الإنبعاثات الكربونية للطاقة النووية خلال دورة حياتها منخفظة جداًومقاربة لطاقة الرياح..

2_1_3_التأثير البيئي للطاقات غير متجددة:

تتسبب الطاقاتالغير متجددة بأضرر بيئية جسيمة أبرزها:

- ✓ تغير المناخ الأحتباس الحراري
- ✓ تلوث الهواء والمياه والتلوث النووي

الشكل(I-1):صورة لمختلف أنواع الطاقات الغير متجددة

2_2_تعريف الطاقات المتجددة:

تعرف الطاقات المتجددة بأنها الطاقة الناتجة عن مصادر تتجدد بإ ستمرار بمعدل يفوق مايتم إستهلاكه

كذلك لاتنفد مع مرور الزمن والأستخدام مثل الشمس المياه الرياح تمتز بأنها أقل تأثير على البيئة مقارنة بالوقود الأحفوري.

أصبحت هذه الطاقات محور التحول العالمي نحو مايُعرف بالإقتصاد الأخضر.[7]

_إمتيازاتها:

- ✓ غير ناضبة
- ✓ نظيفة بيئيا
- ✓ قليلة الأنبعاثات
- ✓ متوفرة في الطبيعة

وتختلف عن الطاقات التقليدية (الأحفورية) التي تتكون عبر ملاين السنين وينتج عن إحترقها غازات ضارة مثل ثاني أكسيد الكربون.[8].

خصائص الطاقات الطاقات المتجددة

أهم خصائص الطاقات المتجددة:

- ✓ الإستمرارية تتجدد طبيعياً دون تدخل الإنسان
- ✓ الصداقة البيئية لاتسبب تلوثاً كبيراً
- ✓ التوفر موجودة في معظم مناطق العالم
- ✓ الأستقلال الطاقوي تقلل الأعتماد على الوقود الأحفوري
- ✓ دعم التنمية المستدامة

كما أنها أصبحت أقل تكلفة مقارنة بالطاقة التقليدية في كثير من الدول العالم مما جعلها خياراً إ ستثمارياً أفضل على مدى الطويل وأكثر إستدامة مقارنة بالطاقة التقلدية المتقلبة الأسعار.

2_2_2_أنواع الطاقات المتجددة:

تشمل الطاقة المتجددة عدة مصادر رئيسية[8]

أ_الطاقة الشمسية :

الشمس من أكبر مصادر للطاقة إذ تصل كمية هائلة من الإشعاع يومياً، يمكن تحويلها إلى كهرباء أوحرارة ،تتميز بعض الدول مثل الجزائر من المناطق ذات الأمكانيات الشمسية العالية بسبب عدد ساعات السطوع الكبيرة تعتبر الطاقة الشمسية أهم مصادر الطاقات المتجددة في الأرض..

تستعمل في:

- ✓ توليد الكهرباء(الخلايا الكهروضوئية)
- ✓ التسخين
- ✓ تحلية المياه
- ✓ المقطرات الشمسية

الشكل(I-2):تمثل الصورة الألواح الشمسية في جزائر

ب_طاقة الرياح :

يتم خلالها تحويل الطاقة الحركية للهواء إلى طاقة كهربائية بواسطة التوربينات وهي ثاني أكبر مصدر للطاقات المتجددة في عالم.

تستخدم طاقة الرياح في:

- ✓ ضخ المياه
- ✓ توريد المنازل والمواقع المعزولة بالكهرباء
- ✓ تغذية مرحلات الأتصالات السلكية والاسلكية

الشكل (I-3): طاقة الرياح

ج_الطاقة الكهرومائية:

تعد من أقدم مصادر الطاقة المتجددة تعمل على تحويل طاقة الناشئة من سرعة المياه إلى طاقة ميكانيكية وهي أكثر أنواع التي تستخدم في الوقت الحالي، تعتبر الصين من أكبر الدول المنتجة لطاقة الكهرومائية عالميا .

_إستخدماتها:

- ✓ السدود والمنشأت النهرية
- ✓ المد والجزر مكافحة التغيرات المناخية.

الشكل(I-4):الطاقة الكهرومائية

د_الطاقة الجيوحرارية:

تعتمد على الحرارة المختزنة في باطن الأرض لتوليد الكهرباء أو التدفئة،تنتشر بشكل خاص في الدول الواقعة على الأحزمة البركانية حيث تشكل مصدراً الأساسي التحليل الأشعاعي تزداد هذه الحرارة كلما تعمقنا نحو القشرة والوشاح.

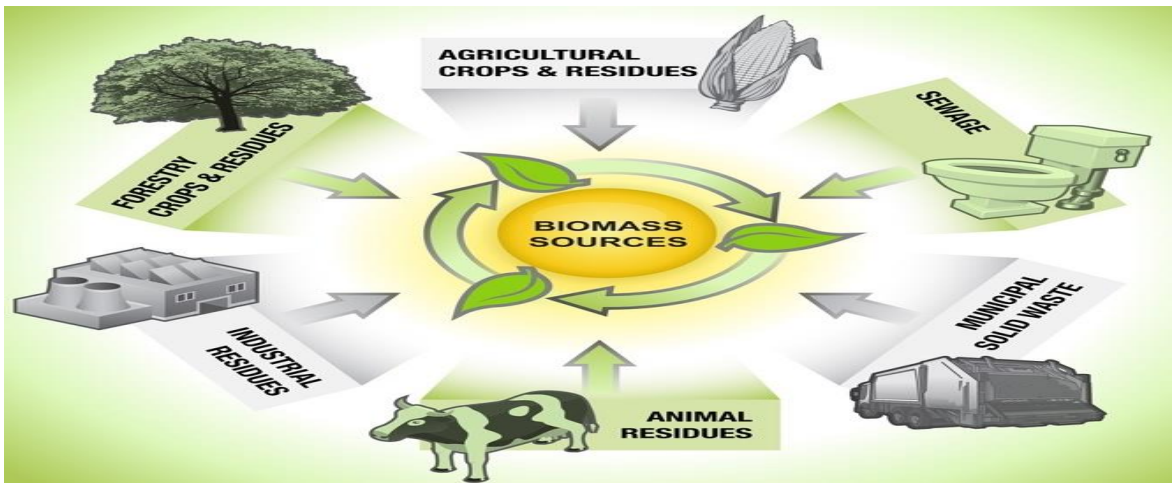
تستخدم في:

- ✓ الأستخدام المباشر للحرارة: التدفئة، البيوت البلاستكية، الصناعات
- ✓ الأستحمام العلاجي
- ✓ تحلية المياه

الشكل(I-5):الطاقة الجيو حرارية

ر_طاقة الكتلة الحيوية:

تشير الكتلة الحيوية في صناعة الطاقة إلى المواد الحيوية الحية والتي كانت حية في وقت قريب،والتي يمكن إستخدمها كوقود،أو في الإنتاج الصناعي،أغلب الكتلة الحيوية التي تستخدم كوقود حيوي هي مواد نباتية،قد تتضمن الكتلة الحيوية أيضا نفايات تتحلل طبيعيا يمكن حرقها كوقود.تستثنى منذلك المواد العضوية التي حولتها العمليات الأرضية إلى فحم أو نفط.



الشكل(I-6): إستخدمات الطاقة الحيوية

2_2_3_أهمية الطاقة المتجددة في التنمية المستدمة:

تعد الطاقات المتجددة الركيزة الأساسية لتحقيق التنمية المستدمة،إذ تمثل حلاً فعلاً للتحديات البيئية والأقتصادية التي يفرضها الإعتماد المفرط على الوقود الأحفوري. فقد أثبتت الدراسات أن إستخدام مصادر الطاقة المتجددة يساهم في تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة والحد من التلوث البيئي .مما يساعد على مواجهة التغيرات المناخية وحماية النظام البيئي للأجيال القادمة

كما تلعب الطاقات المتجددة دوركبير في دعم التنمية الأقتصادية من خلال تعزيز الأستقلال الطاقوي وإستغلال الموارد الطبيعية المحلية ،إضافةالى خلق فرص عمل جديدة في مجلات التكنولوجيا النظيفة والصناعات المرتبطة بها وهوما ينعكس إيجاباً على النمو الأقتصادي المستذام.[8]

2_3_الطاقة الشمسية:

2_3_1_انواع الطاقة الشمسية:

أ_الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

تعتمد الطاقة الشمسية الكهروضوئية على تحويل الأشعاع الشمسي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة **الخلايا الشمسية** المصنوعة غالبًا من أشباه الموصلات مثل السيليكون،عند سقوط الفتونات على الخلية،تتحرر الإلكترونات مولدة تياراً كهربائياً مستمرًا يمكن تحويله إلى تيار متناوب للإستعمال المنزلي أو صناعي.[9]

ب _الطاقة الشمسية الحرارية:

تقوم الطاقة الشمسية الحرارية على إستغلال **حرارة الشمس**الناتجة عن إمتصاص الإشعاع الشمسي بواسطة مجمعات حرارية.

يتم إستخدام هذه الحرارة في تسخين الماء أوالهواء أو سوائل ناقلة للحرارة

2_3_2_الإشعاع الشمسي ومكوناته:

1_ الإشعاع الشمسي:

الإشعاع الشمسي هو المصدر الأساسي للطاقة على سطح الأرض، وهو المحرك الأساس الذي تقوم عليه تقنيات إستغلال الطاقة الشمسية بمختلف أشكالها فالشمس بإعتبارها نجماً متوسط الحجم تُشع كميات هائلة من الطاقة نتيجة التفاعلات النووية التي تحدث في نواتها وتنتقل هذه الطاقة عبرالفضاء على شكل موجات كهرومغناطيسية تصل إلى الغلاف الجوي للأرض ثم إلى سطحها بعد أن تتعرض لعدة تأثيرات فيزيائية.[10]

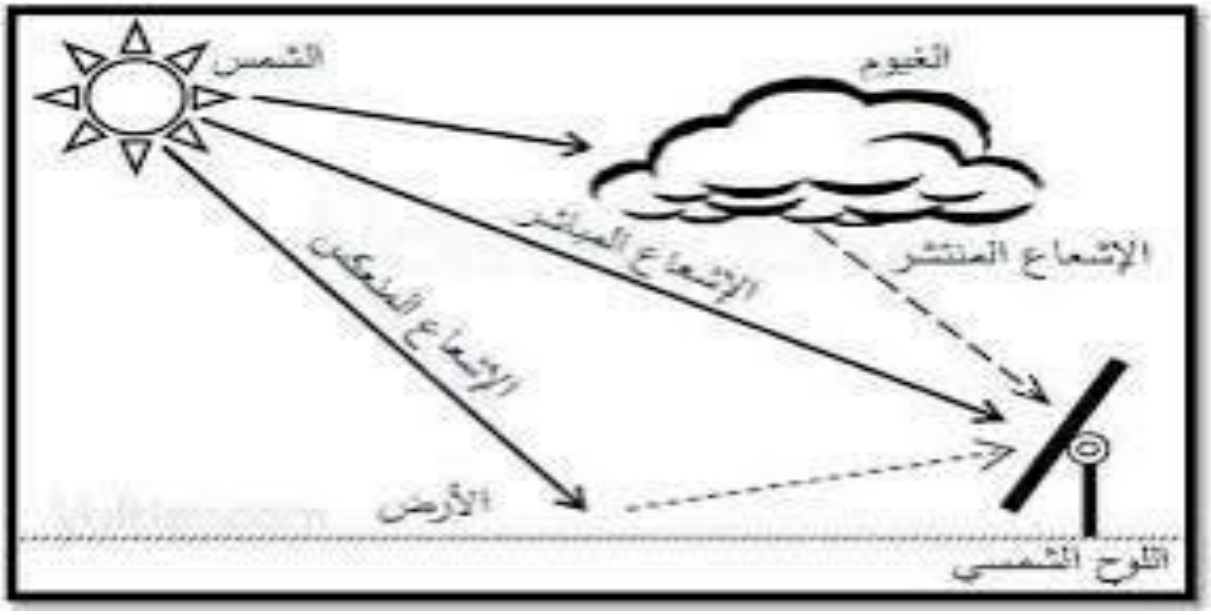
عند دخول الأشعاع الشمسي على الغلاف الجوي لايصل كله بنفس الصورة أو الشدة إذا يتعرض جزءمنه للإمتصاص بواسطة الغازات، كما يتشت جزاء أخر بفعل الجزيئات العالقة والسحاب بناءً على هاد التفاعل يتم تقسيم الإشعاع الشمسي الساقط[10] على سطح الأرض إلى ثلاثة مكونات رئيسية.

2_مكونات الإشعاع الشمسي:

أ_الإشعاع الشمسي المباشر:هوجزء من الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض دون أن يتعرض لتشتت أوالأنعكاس دخل الغلاف الجوي، يتميز هذا الإشعاع بشدته العالية وإتجاهه المحدد.. ولذلك يُعد المساهمالأكبر في رفع درجات الحرارة داخل الأنظمةالشمسية الحرارية خاصة المقطرات الشمسية.

ب _الأشعاع الشمسي المنتشر:هوالأشعاع الذي يتشتت داخل الغلاف الجوي نتيجة إصطدامه بجزيئات الهواء والغبار وقطرات الماء. وعلى الرغم من أن شدته أقل من الإشعاع المباشر إلا أنه يساهم في تزويد سطح الأرض بالطاقة خاصة في الظروف الجوية غير مستقرة.

ج_الإشعاع الشمسي المنعكس : هو جزء من الأشعاع الذي ينعكس عن سطح الأرض أو عن الأسطح المحطية بعد سقوط الإشعاع الشمسي عليها . وتعتمد كميته على طبيعة السطح ولونه،أن يُستغل أحياناً لتحسين مردود بعض الأنظمةالشمسية.



الشكل(I-7):مكونات الإشعاع الشمسي

3_العوامل المؤثرة على الإشعاع الشمسي:

لا يمكن أن تصل كمية الأشعاع الشمسي إلى سطح الأرض بشكل ثابث، بل تتغير من مكان إلى أخر ومن وقت إلى أخر،وذلك نتيجة تأثير مجموعة من العوامل الطبيعية والفلكية والمناخية..

4_أهم العوامل المؤثرة على الأشعاع الشمس:

أ_زاوية سقوط الأشعة الشمسية:والتي تتغير بإختلاف وقت النهار والفصول والموقع الجغرافيفعندما تسقط أشعة الشمس بشكل عمودي تقريباً على سطح الأرض، تكون كثافة الإشعاع أكبرفي حين تقل هذه الكثافة عندما تكون الأشعة مائلة لأن الطاقة تتوزع على مساحة أكبر ولهذا السبب يضهر لنا أن الأشعاع الشمسي يكون أعلى عند منتصف النهار مقارنةً بساعات الصباح والمساء.

ب_الغيوم والسحاب: من العوامل المؤثرةبشكل كبير وواضح على الإشعاع الشمسي، إذ تعملعلى حجب جزءكبير من الإشعاع المباشر وتحويله إلى إشعاع منتشر لذلك تنخفض قيمة الإشعاع الشمسي .

ج_الإرتفاع على سطح البحر :إذا تقل سماكة الغلاف الجوي كلما إزدادالإرتفاع مما يسمح بوصول كمية أكبرمن الإشعاع إلى سطح الأرض ولهذا السبب تُسجل المناطق المرتفعة قيماً أعلى من الإشعاع الشمسي مقارنة بالمناطق المنخفضة.

ج_خصائص السطح :تؤثر خصائص السطحمثل اللون والخشونة على كمية الأشعاع المنعكس والممتص فالأسطح الداكنة تمتص كمية أكبر من الأشعاع مقارنة بالأسطح الفاتحة وهو عامل مهم عند تصميم الأنضمة الشمسية الحرارية لتحسي كفاءتها.[11]

الشكل(I-8):مختلف العوامل المؤثرة على الأشعاع الشمسي

2_3_3_الأستغلال الحراري للطاقة الشمسية:

يُقصد بالأستغلال الحراري للطاقة الشمسية إستخدام الإشعاع الشمسي وتحويله مباشرة إلى طاقة حرارية قابلة للاستعمال في مختلف التطبيقات اليومية والصناعية،دون المرور بمرحلة التحويل إلى طاقة كهربائية ويُعد هذا النمط من لأسغلال من أقدم وأبسط أشكال إستخداما للطاقة الشمسية[11] حيث يعتمد أساسا على مبدأ امتصاص الإشعاع الشمسي وتحويله إلى حرارة ثم تخزينها أو استعمالها فورًاحسب الحاجة.

2_3_4_مبدأ العمل:

يعتمد الأستغلال الحراري للطاقة الشمسية على تجميع الإشعاع الشمسي بواسطة مجمعات شمسية حرارية تقوم بإمتصاص الأشعة وتحويلها إلى طاقةحراريةتنتقل هذه الحرارة إلى مائع ناقل كالماء أوالزيت الحراري ثم تُستعمل في التسخين المباشر أو تُخزن لإستخدمها لاحقًا وتتأثر كفاءة هذا التحويل بعدة عوامل من بينها **شدة الإشعاع الشمسي ،زاوية السقوط،نوع المجمع الشمسي والخصائص الحرارية للمواد المستعملة.**[11]

الشكل(I-9) :الأستعمالات الحرارية للطاقة الشمسية

2_3_5_أهم التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية:

يُستعمل الأستغلال الحراري للطاقة الشمسية في عدة مجالات من أهمها:

- ✓ **تسخين المياه:** ويُعد من أكثر التطبيقات إنتشارا خاصة في الأستعملات المنزلية والفندقية
- ✓ **التدفئة الشمسية:** سواء لتدفئة المباني أو البيوت البلاستكية الزراعية
- ✓ **الطهي الشمسي:**بالإستخدام لأفران الشمسية في مناطق ذات الإشعاع الشمسي
- ✓ **التطبيقات الصناعية:**مثل التسخين المسبق للسوائل أو توليد البخار في بعض العمليات الصناعية.

2_3_6_مميزات الأستغلال الحراري للطاقة الشمسية:

- ✓ مصدر طاقة متجددة ونظيف لايسبب إنبعاثات ملوثة
- ✓ بساطة التكنولوجيا مقارنة بالأنظمة الكهروضوئية[11]
- ✓ إنخفاض تكاليف التشغيل والصيانة
- ✓ ملائم للمناطق الشمسية خاصة الدول ذات المناخ الصحروي مثل الجزائر.

2_3_7_علاقة الطاقة الشمسية بتحلية المياه:

من أبرز التحديات التي تواجه العديد من الدول مشكلة نذرة المياه العذبة خاصة في المناطق الجافة والصحراوية التي تعاني من قلة الموارد المائية السطحية والجوفية. وفي المقابل تتميز هذه المناطق بوفرة كبيرة في الأشعاع الشمسي. مما يجعل الطاقة الشمسية خيار إستراتجياً لتشغيل تقنيات تحلية المياه بطريقة مستذامة وإقتصادية لذلك ظهرت تقنيات تعتمد على الطاقة الشمسية كمصدرحراري مباشر لإنتاج المياه العذبة وعلى رأسها تقنية التقطير الشمسي وهدا مايوضح ان العلاقة بين الطاقة الشمسية وتحلية المياه علاقة تكاملية حيث تستخدم الطاقة الشمسية كمصدر نظيف لتوفير الطاقة اللازمة لعملية تحلية المياه وتوفير المياه في المناطق التي تعاني من نقصها.[12]

2_3_8_الخلايا الشمسية الكهروضوئية:

الخلايا الشمسية الكهروضوئية التي تُعد من أهم النقنيات الحديثة في استغلال الطاقة الشمسية .تعتمد هذه الخلايا على مبدأ التأثير الكهروضوئي ،حيث يتم تحويل أشعة الشمس مباشرة إلى عمليات ميكانيكية معقدة.

وجدا أن الخلايا الكهروضوئية تتكون أساسا من مواد موصولة أهمها **السيليكون** الذي يلعب دورا أساسياً في توليد التيار الكهربائي فعند سقوط أشعة الشمس على سطح الخلية تمتص مادة الفوتونات مما يؤدي إلى تحرير الإلكترونات وتحركها دخل الخلية وبتالي يتولد تيار كهربائي يمكن إستغلاله.

كما أنه يوجد أنواع من هذه الخلايا من بينها **الخلايا أحادية البلورة** التي تتميز بكفاءتها العالية،**والخلايا متعددة البلورات** التي تُعد أقل تكلفة ،إضافة إلى **الخلايا الرقيقة**التي تتميز بخفة وزنها رغم أن كفاءتها أقل نسبياً.ويعتمد إختيار نوع الخلية على طبيعة الأستخدام والميزانية المتاحة يتضحُ أن لهذه التقنية تطبيقات عديدة وواسعة من بينها **تشغيل الأنظمة المعزولة وحتى في تحلية المياه**حيث يمكن إنشاء أنظمة مستقلة تعتمد كليا على الطاقة الشمسية لتوفير المياه الصالحة لشرب في المناطق الصحروية المعزولةوفي أخير يستنتج أن الخلايا الشمسية الكهروضوئية يمثلُ خياراً واعداً لتحقيق التنمية المستدمة مما يعزز من أهمية الأستثمار في هذه التكنولوجيا مستقبلا[13].

الشكل(I-10):أنواع الخلايا الشمسية

2_3_9_التخزين الحراري للطاقة الشمسية ومواد تغير الطور:

يعتبرالتخزين الحراري لطاقة الشمسية كحل أساسي لمعالجة مشكلة عدم إستمرارية الإشعاع الشمسي والتي تُعد من أبراز التحديات التي تواجه أنظمة التحلية الشمسية ومن خلال الدراسات لوُحظ أن الإنتاج الحراري يتوقف مباشرة عند غياب الشمس،مما يؤثر سلبا على مردودية المقطر الشمسي.

إذا أن دمج نظام تخزين حراري يُعد خطوة ضرورية،لأنه يسمح باللأحتفاظ بالحرارة المكتسبة خلال النهار وإستعمالها لاحقًا خاصة في الليل يكمن أن يتم هذا التخزين بطريقتين التخزين الحراري المحسوس والتخزين الحراري الكامن الذي يستخدم بمواد **PCM**.

تتميز هذه المواد بقدرتها على تخزين كمية كبيرة من طاقة عند درجة حرارة شبه ثابتة أثناء تحولها من حالة الصلبة إلى الحالة السائلة، من خلال هذا المبدأ يمكن تحقيق إستقرار حراري داخل النظام وهو أمر مهم جدا في تحسين عملية التبخر داخل المقطر.

دخل حوض المقطر الشمسيي يُعد من أفضل الحلول العملية**PCM**ومن خلال تحليلينا أرى أن دمج مواد حيثُ تقوم هذه المواد بلإمتصاص الحرارة خلال فترة النهار، ثم تبدأ في إطلاقها تدريجيًا عند إنخفاض درجة الحرارة ،وهذا مايسمح بإستمرار عملية التبخر حتى بعد غروب الشمس وبالتالي زيادة كمية المياه المحلاة مما يجعلها حلا واعدا لمشكلة نذرةالمياه في الجنوب جزائري ومناطق الصحروية.[14]

2_3_10_أهمية الطاقة الشمسية في الجزائر:

الطاقة الشمسية من أهم الموارد الطبيعية التي تمتلكها الجزائر خاصة وأن موقعها الجغرافي يمنحها إشعاعاً شمسياً على مدار معظم أيام السنة خصوصا في مناطق الجنوبية مما يجعلها بيئة مناسبة جداً للإستغلال هذه الطاقة بشكل فعال.

وقد لاحظتُ أن الأعتماد على الطاقة الشمسية في جزائر لم يعد خياراً ثانوياً بل أصبح ضرورة، خاصة في ضل تزايد الطلب على الطاقة من جهة، والحاجة إلى الحفاظ على الموارد التقليدية مثلا**النفط والغاز** من جهة اخرى، ومن هذا المنطق أرى أن التوجه نحو الطاقات المتجددة يساهم في تحقيق نوع من التوازن الطاقوي على مدى الطويل.

للطاقة الشمسية دورًا مهمًا في تحسين الظروف المعيشية في المناطق العزولة ولإرياف، حيث يمكن إستخدمها لتوفير الكهرباء والمياه الصالحة لشرب دون الحاجة إلى ربط هذه المناطق بشبكات التقليدية، وهذا مايجعلها فكرةً قوية للمناطق الصحراوية التي تعاني من نقص في البنية التحتية.

_خلاصة الفصل

في نهاية هذا الفصل،تطرقنا إلى أهم المفاهيم المتعلقة بالطاقات المتجددة مع التركيز على الطاقة

الشمسية، بإعتبارها اهم مصادر الطاقة النظيفة المتجددة.

وكذلك خصائص الأشعاع الشمسي ومختلف طرق إستغلاله في إنتاج الطاقة، وتعتبر هذه المبادئ مهمة جدا لفهم مختلف التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية.

.

الفصل الثاني: المقطرات الشمسيةوتحلية المياه

IIتمهيد:

في ضل التزايد المستمر للطلب على المياه العذبة ، يعدُ التقطير الشمسي من أبسط التقنيات المعتمدة في تحلية المياه بإستخدام الطاقة الشمسية ،حيث يعتمد على مبدأ التبخير والتكاثف الطبيعي للحصول على مياه نقية.وقد حضيت المقطرات الشمسية بالإهتمام كبيرنظراً لسهولة تصميمها وإنخفاظ تكلفتها،خاصة في المناطق التي تتميز بوفرة لأشعاع الشمسي.

ورغم هذه المزايا،تبقى إنتاجية المقطرات الشمسيةمحدودة نسبياً،ممايستدعي دراسة خصائصها والعوامل المؤثرة على أدائها بهدف تطويرها وتحسين كفاءتها وعليه سنتطرقُ في هذا الفصل إلى كل مايتعلق بتقطير الشمسي.

1_طرق تحلية المياه:

1_1_تعريف تحلية المياه:

التحلية الشمسية هي عملية تحويل المياه المالحة غير النقية إلى مياه صالحة للشرب لقد إستخدم البشر طرق تحلية المياه بالطاقة الشمسية لآلاف السنين.

تُعرف تحلية المياه بأنها مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية التي تهدفُ إلى إزلة الأملاح الذائبة والمعادن والشوائب من المياه المالحة أو قليلة الملوحة، وذلك للحصول على مياه صالحة للشرب أو للإستخدامات الصناعية والزراعية، وتُعد هذه التقنية من أهم الحلول الأسترتجية لمواجهة أزمة ندرة المياه، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل الجزائر حيثُ تزداد الحاجة إلى موارد مائية غير تقليدية.[15]

وقد شهدت تقنيات التحلية تطوراً خلال العقود الأخيرة، نتيجة التقدم العلمي في مجالات الهندسة الكيميائية والطاقة، مما أدى إلى تحسين كفاءة العمليات وتقليل إستهلاك الطاقة والتكاليف التشغيلية

1_2_طرق تحلية المياه:

تنقسم طرق تحلية المياه إلى نوعين رئيسين:

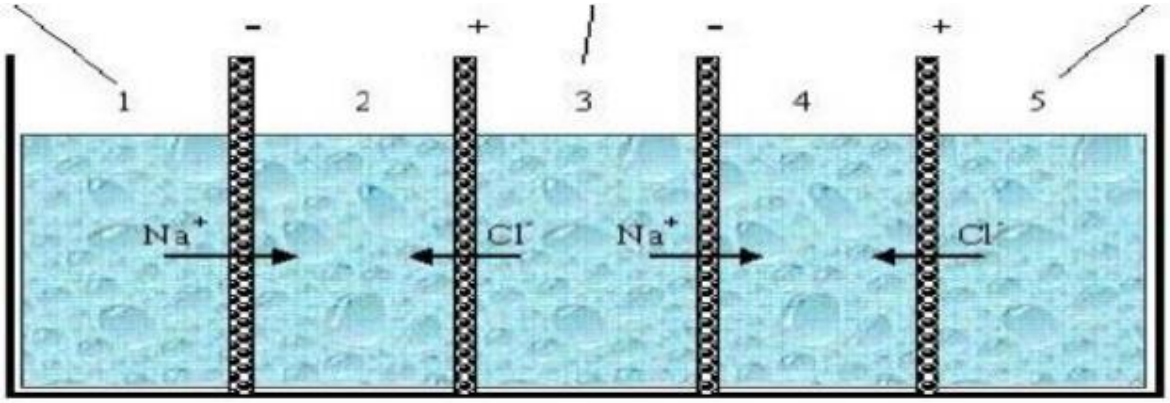
طرق حرارية وطرق غشائية بالإضافة إلى طرق حديثة تعتمد على طاقة الشمسية.

1_التحلية بالأغشية التناضح العكسي:

الأغشية هي عبارة عن موارد طبيعية أو صناعية شبه نفوذة، وتكون أغشية التناضح العكسي من مواد خاصة **مثل** (اسيتات ، السيليلوز) على شكل شعيرات خيوط ملفوفة أو على شكل ألواح حلزونية ملفوفة،تعمل هذه الأغشية بما يسمى بنظرية السريان، بالإمتصاص الأنتقالي (بالخاصية الشعرية)قادرة على فصل الأملاح.[16]

تُعد تقنية التناضح العكسي من أكثر الطرق التحلية إنتشاراً في العالم، حيثُ تعتمد على إستخدام غشاء شبه نافذ يسمح بمرور جزيئاتالماء ويمنع مرور الأملاح والشوائب .وتتم العملية من خلال تطبيق ضغط مرتفع على الماء المالح ، يفوق الضغط الأسموزي ، مما يؤدي إلى إنتقال الماء النقي عبر الغشاء وإحتجاز الأملاح حيثُ أنه يوجد أسلوبين في هذه التقنية وهما **الأسموز العكسي (النضح العكسي) والأسموزالكهربائي (النضّح الكهربائي)**[17]..

الشكل (II-1): يمثل طريقة التناصح العكسي



الشكل(2- II): رسم يوضح تقنية الأسموز الكهربائي

وتمتاز هذه التقنية بكفاءتها العالية في إزالة الأملاح، إذا يمكن أن تصل نسبة الإزلة إلى أكثر من 99%كما أنها تستهلك طاقة أقل مقارنة بالطرق الحرارية . غير أنها تتطلب معالجة مسبقة للمياه لتفادي إنسداد الأغشية بالأضافة إلى الحاجة لصيانة دورية.

وقد تم إعتماد هذه التقنية في العديد من الدول، من أبرزها **الجزائر محطة تحليةمياه البحربالحامة**،التي تُعد من أكبرالمشاريع التي تعتمد على هذه التكنولوجيا.

الشكل(II-3):محطة تحلية المياه بلحامة الجزائر

2_التحلية الحرارية:

تعتمد التحلية الحرارية مبدأ تبخيرالماء ثم تكثيفه للحصول على ماء نقي ، وهي من أقدم الطرق المستخدمة في هذا المجال.

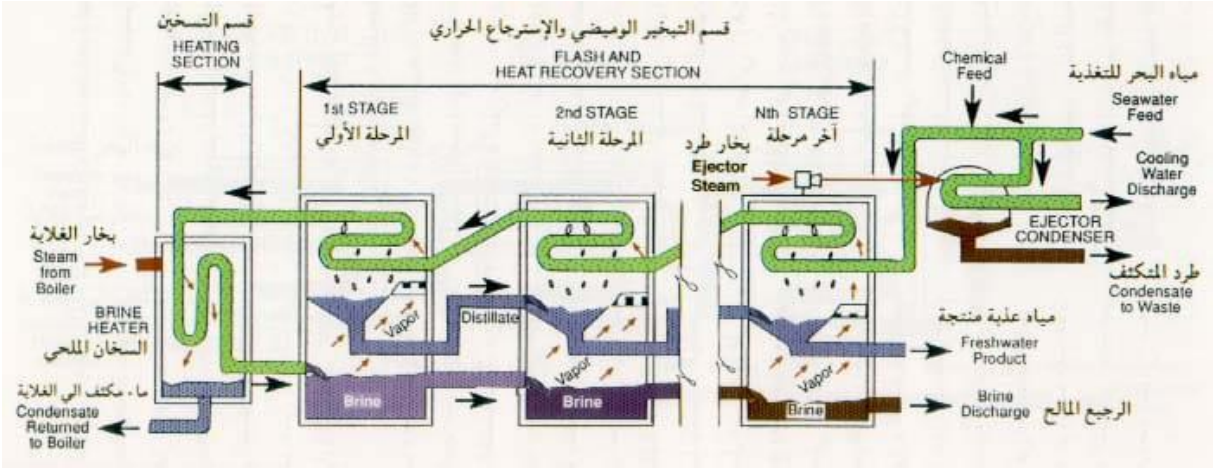
أ_ التبخير الومضي متعدد المراحل(MSF) :

طريقة التقطير مع التبخر اللحضي السريع بالتسخين المتوالي للبخار تعتتمد على مجموعة من الطوابق وهي من أول الطرق المستعملة في التقطير.من أجل إسترجاع الحرارة الضائعة، وقد طور هذا المبدأ

بفضل أبحاث" **R.S.Silver**"في مصنع تحلية المياه المالحة بمدينة "أير"إسكتلندا شمال بريطانيا.[18]

تعتمد تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل على تسخين الماء المالحإلى درجة حرارة عالية، ثم تمريره عبر عدة مراحل ذات ضغط منخفض،حيثُ يحدث تبخر فجائي (ومضي)في كل مرحلة ويتم تكثيف البخارالناتج للحصول على ماء عذب.

تتميز هذه التقنية بكفاءتها العالية وقدرتها على العمل لفترات أطول إلا أنها تستهلك كميات كبيرة من الطاقة الحرارية مما يجعلها مكلفة نسبياً لذالك تستخدم في الدول الغنية بالطاقة مثل المملكة السعودية.



الشكل(4-II): رسم تخطيطي يوضح التبخر الومضي المتعدد المراحل

ب _المقطرات المتعددة التأثير:

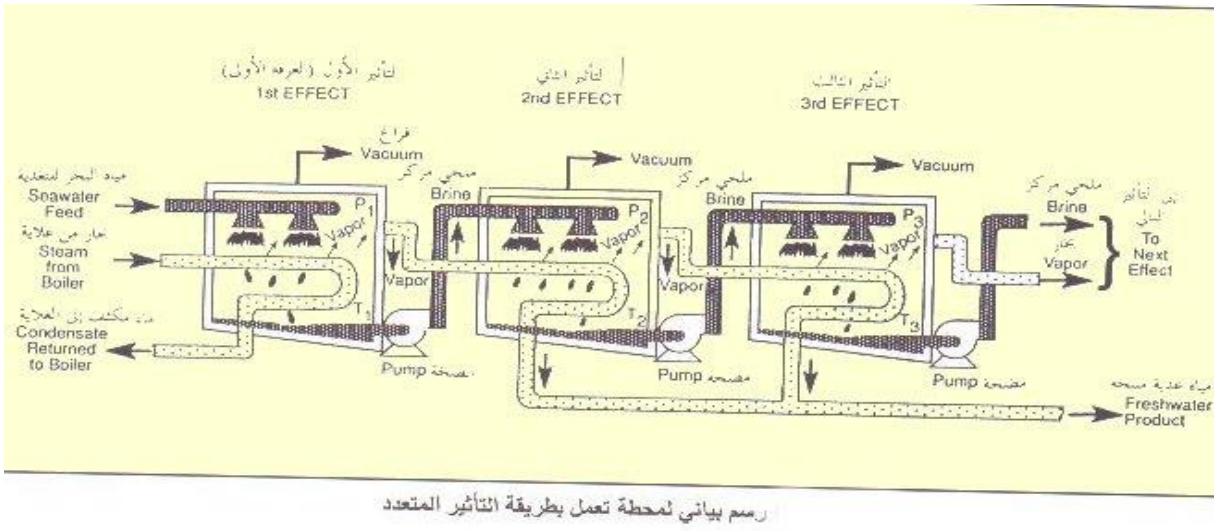
من أجل رفع مردود عملية التقطيريجبُ إسترجاع جزء من الحرارة الضائعة عند التكثيف(المكثف).

حيثُ تعتبر عملية التقطير متعدد التأثير من الطرق الحرارية المتطورة إذ يتم إستغلال الحرارة بشكل متكررعبرعدة وحدات ، بحيثُ يستخدم البخار الناتج من مرحلة لتسخين المرحلة التالية

تستخدم لإنتاج الماء بالتقطير (التبخير والتكثيف)مثل الطرق الحرارية الأخرى لكنها تستخدم عملية الغليان لتبخير الماء المالح، أي أن عملية تكوين البخار تتولد على أسطح التسخين ولأن عملية الغليان

تسبب في تبخر الماء العذب فيتبعها ترك الرواسب الملحية على أسطح التسخين ،لذافإن أقصى درجة حرارة الماء المالح على أسطح التسخين للوحدة محددة (70°C).

تمتازهذه العملية بإرتفاع معدل الأداء فكل كمية بخار يتم إنتاجها في أي مرحلة يمكنها أن تكون مصدراًللحرارة لإنتاج كمية أخرى من البخار لمرحلة أخرى تالية وهكذا، لذا كلما زادا عدد المراحل (التأثيرات) لهذه التكنولوجيا كلما زاد معدل أداء الوحدةوكذلك زيادة إنتاجيتها.وقد إستعمل هاذا المبدأ أول مرة في أوئل القرن 19 ميلادي[19].إضافة إلى إنخفاض إستهلاك الطاقة في هذه التقنية وقد أصبحت تستخدم بشكل واسع في المحطات الحديثة ، خاصة عند دمجها مع مصادر الطاقة المتجددة.



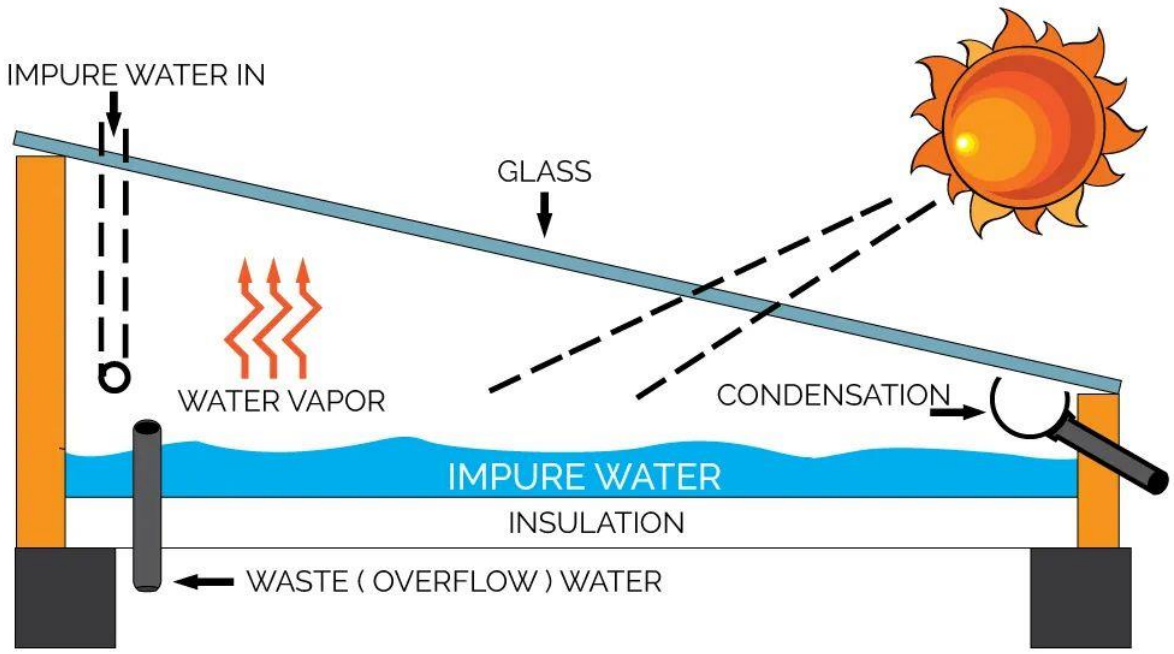
رسم بياني لمحطة تعمل بطريقة التأثير المتعدد

الشكل(II-5): رسم لمحطة تعمل بطريقة التأثير المتعدد

3_التحلية بالطاقة الشمسية:

التحلية بالطاقة الشمسية من الحلول الواعدة والمستدمة حيثُ يتم من خلالها استغلال الطاقة الشمسية في تبخير الماء ثم تكثيفه. ثم يكاثف على سطح الزجاجي البارد على شكل قطرات ماء نقي تُجمع في قناة خاصة.

تتميز هذه الطريقة بإنخفاض تكلفتها وبسطتها وعدم تأثيرها على البيئة ، إلا أن إنتاجيتها تبقى محدودةوتعتمد بشكل كبير على ظروف المناخية، مثل شدة الإشعاع ودرجة الحرارة ،تستخدم هذه التقنية في عدة مناطق صحراوية مثل **ورقلة** لتوفير مياه صالحة للشرب[20]



الشكل(II-6): يوضح الشكل مخطط لتحلية لطريقة التحلية بطاقة الشمسية

4_مقارنة بين تقنيات التحلية:

من خلال إستعراض مختلف تقنيات التحلية، يمكن ملاحظة أن لكل طريقة مزايا وعيوب تختلف حسب طبيعة التطبيق والموارد المتاحة ، فبينما نجد تقنية التناضح العكسي بكفاءتها العالية وإستهلاكها ، المنخفض للطاقة نجد أن الطرق الحرارية مثل ولكن بتكلفة طاقوية **MSF**و**MED** توفرإنتاجاً مستقراً. أكبر.أما التحلية بالطاقة الشمسية فرغم بساطتها إلا أنها تبقى محدودة الأنتاج وتناسب الأستخدامات الصغيرة.ومن خلال هذه التقنيات يتوجب مراعاة عدة عوامل لأختيار التقنية المناسبة من بينها توفر مصادر الطاقة ،حجم الأنتاج المطلوب، الضروف المناخية.

1_3_المقطرات الشمسية:

1_لمحة تاريخية عن المقطرات الشمسية

تم إستخدام الطاقة الشمسية خلال القرن العشرين حيثُ شهد القرن العشرين أكبرحركة تطور في تطبيقات الطاقة الشمسية ونفس العام صنعت ماكينة البخار الشمسية وبين **عامي 1920-1928**تم بناء ماكينة شمسية في كاليفورتيا قدرتها **02حصان** وفي **عام 1911** بقيلادلفيا تم تصميم جهاز يستخدم الطاقة الشمسية لأغراض الزراعة وقد وضع في نطاق التشغيل بصحراء مصر على بعد 16 كلم من القاهرة حيثُ أُنتج قوة قدرها **122حصان** تمد مايقرب **4200م**.

يعود أول إستخدام موثُق للمقطرات الشمسية إلى العصور القديمة إذ تشير بعض المصادر إلى أن البحارة في الحضارات الإغريقية والرومانية كانو يستعملون طرقاً بدائية لتبخير مياه البحروتكثيفها وللحصول على مياه صالحة للشرب أثناء الرحلات البحرية القديمة.

ومنذ القدم عرف الأنسان أن للشمس طاقة هائلة،وحاول إيجاد أيجاد أساليب هذه الطاقة لاستغلالها باالشكل الذي يجعلها مفيدة له. فمن أولى الأكتشفات هو إدراك الإنسان لظاهرة تسخين مياه الأحواض المعرضة مباشرة لأشعة الشمس وبعد ذلك إخترع مادة الزجاج لما لديها من خواص ، بحيث من الممكن تصنيع عدسات ومرايا تساهم في إستغلال هذه الأشعة .وأول إستخدام لطاقة الشمس في التقطير كان سنة 1872 في شمال شيلي في صحراء ،وكان عتى شكل أحواض سوداء با الزجاج ،فالقاعدة السوداء تستعمل كماص لإشعة الشمس ،ويوضح في هذا الحوض الساخن ماء على سمك رقيق ،فيعمل السطح الأسود عمل المبحر ،ويستقبل البخار المتصاعد من طرف السطح الداخلي للزجاج المائل بزاوية 20، ذو درجة حرارة أقل من الماص الأسود نسبيا يؤدي إلى تكاثفه مباشرة ،ويتجمع في قناة خاصة بالماء المقطر.

ويعتمد هذه المبدأ إلى حد الأن مع تغير بعض العوامل الداخلية في زيادة كمية الماء المقطر،ويسمى هذا أيضا المبدأ بالتقطير الشمسي ذو الحوض أو حوض التقطير،وتتغير تبعا للعوامل الدخلية المتعلقة .وما يهمنا هنا العوامل التي قد درست [21]بالجهاز والخارجية المتعلقة بحالة الجو وشدة الأشعاع الساقط من طرف البا حثين في هذا المجال من حيث إنتقال الحرارة كمفعول شدة الأشعاع ودرجة حرارة الغطاء **إن** كان الغطاء من الزجاج نرمز له **Gأما** إذا كان من البلاستيك نرمز **لهP**.

2_مفهوم التقطير الشمسي:

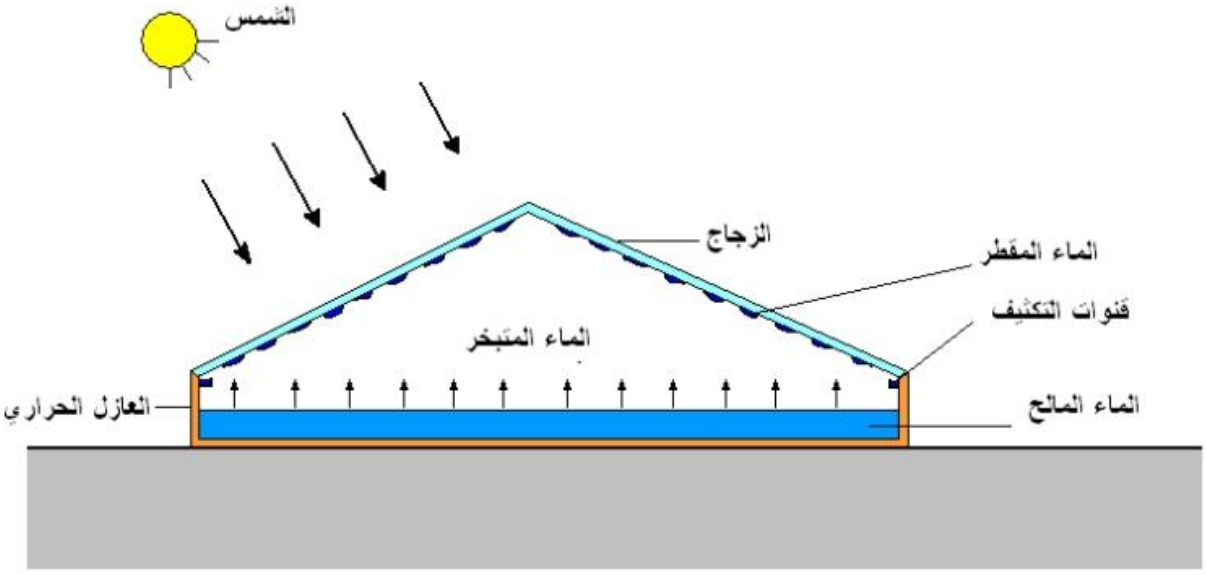
التقطير الشمسي هوإستخدام **الطاقة الشمسية** لتبخيرالماء ثم تكثيفه بهدف الحصول على ماء نقي خالٍ من الأملاح والشوائب وذلك من خلال تحويل الماء من حالته السائلة إلى بخار ثم إعادة تكثيفه للحصول على ماء نقي. وتتم هذه العملية دخل جهاز بسيط يسمى مقطر الشمسي والذي يتكون عادة من حوض يحتوي على الماء المراد معالجته،حيثُ يسخن الماء بفعل الإشعاع الشمسي فيتبخر ثم يبرد البخار عند ملامسته لسطح بارد فيتحول إلى قطرات ماء تُجمع كماء مقطر صالح للإستعمال، تتميز هذه التقنية بكونها بسيطة ومنخفضة التكفلة وصديقة البيئة إذ أنها لاتعتمد على مصدر طاقة تقليدية ولا تنتج مولوثات وهي مناسبة بشكل خاص للمناطق ذات الإشعاع الشمسي المرتفع مما يجعلها حلاً فعلاً لمشكلة قلة المياه، ورغم بساطة هذا النظام إلى أن أداءه يعتمد على مجموعةمن العوامل الفيزيائية والبيئية مثل شدة لإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الماء ودرجة حرارة سطح التكاثف مما يجعله مجالاً خصبا في البحث العلمي بهدف تحسين كفاء.[22]

3_أنواع المقطرات الشمسية:

من خلال الأطلاع على مختلف الدراسات المتعلقة بتحلية المياه بطاقة الشمسية يمكن القول إن المقطرات الشمسية تتنوع حسب تصميمهاوطريقة عملها ،إلا أنها تشترك جميعاً في نفس المبدأ القائم على التبخر والتكاثف ويظهر هذا التنوع كإستجابة لمحاولة تحسين لأداء وزيادة الإنتاجية.

1_المقطرات البسيطة:

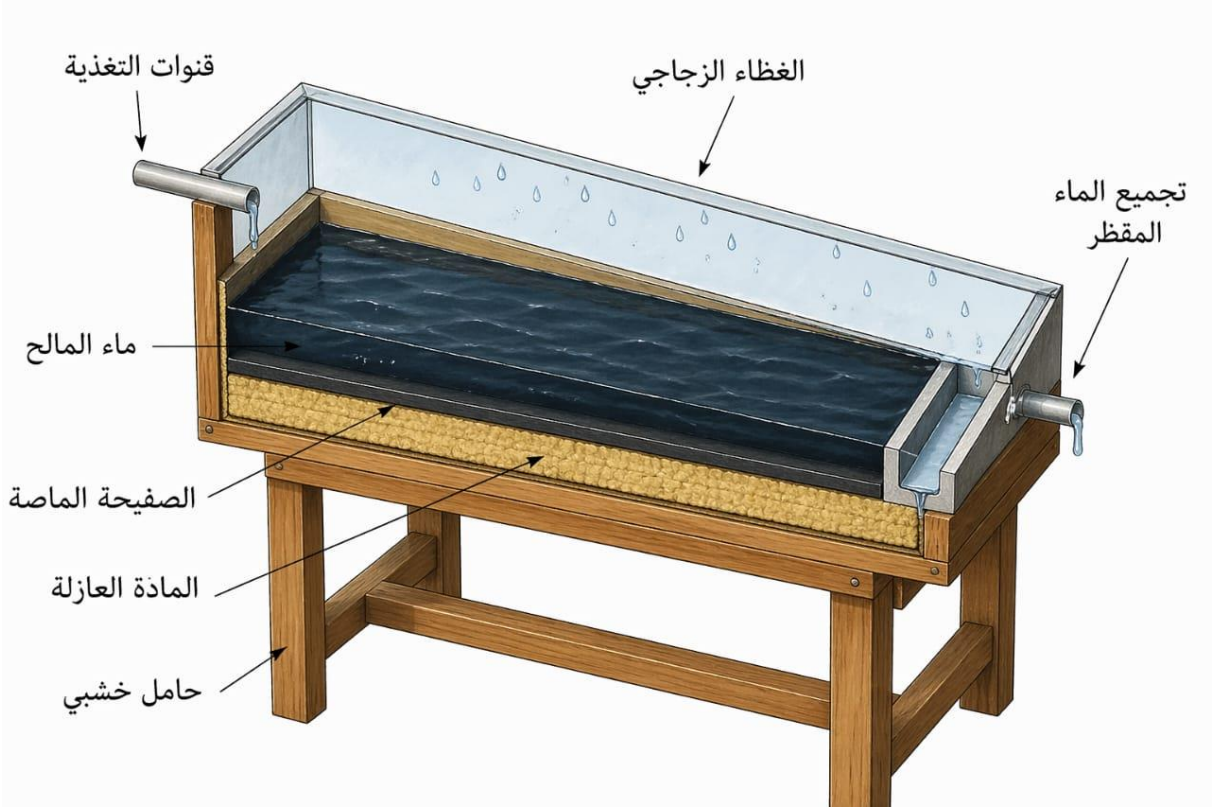
هذا المقطر الأكثر إستعمالاً في العالم ، بحيثُ يحتوي على حوض مملوء بالماءالمالح وملون (مدهون)باللون الأسود من أجل إلتقاط أكبر كمية من الإشعاع الشمسي ويُغطى بلوح من الزجاج ويجب أن يكون هذا الأخير مائلا ليتكثف البخار في الجزء الداخلي للغطاء ومن بين إيجابياته تحقيقيه وصيانته بسهولة، ثمنه يكون نوعاً ما منخفض، وتوجد عدة نماذج لهذا النوع[23] من بينها:



الشكل(II-7): يوضح الرسم مخطط لمقطر الشمسي البسيط

أ_المقطر الشمسي أحادي الميل:

يعتبر هذا النوع الأكثر إنتشاراً وإستخداماً لبساطة تصميمه وسهولة تنظيفيه،ومرونة تصنيعه،يتميز بوجود لاقط شمس(ممتص) بزاوية ميلان واحدة..يتكون من حوض يحتوي على الماء، وغطاء زجاجي مائل في إتجاه واحد.من خلال تجربتي في دراسة هذا النوع يمكن ملاحظة أنه مناسب جداً للتجارب المخبرية والمشاريع الصغيرة لكنه يبقى محدود في لإنتاجية مقارنة بباقي الأنواع[24] مثلاً **مقطر بسيط بغطاء زجاجي مائل نحو الجنوب لزيادة إستقبال لإشعاع .**

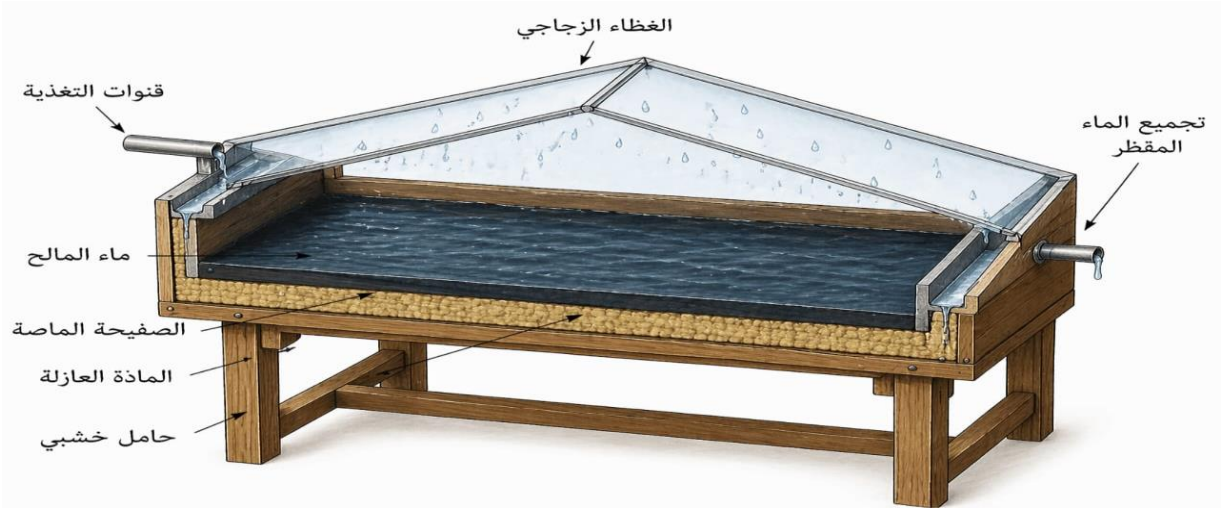


الشكل(II-8):رسم تخطيطي لمقطر الشمسي أحادي الميل

ب_المقطر الشمسي مزدوج(مقطر بميلين):

ويسمى كذلك مقطر بلاقطين بحيثُ كل واحد منها بميل زاوية **(B).**

ومن مميزاته أنه إحداهما يوجه إلى الشمس والأخر بضل لتسريع عملية التكثيف وكذالك وجود سطحين زجاجيين مائلين،مما يسمح بزيادة مساحة التكاثف وتحسين توزيع الإشعاع الشمسي.يسمح بجمع الماء من جهتين **مثلاً مقطر بغطاء على شكل مثلث (سقف منزل)** يعتبر هذا النوع تطويراً مباشراً للمقطر الأحادي،حيثُ يسعى لتحسين الإنتاج دون تعقيدات في تصميم[24]

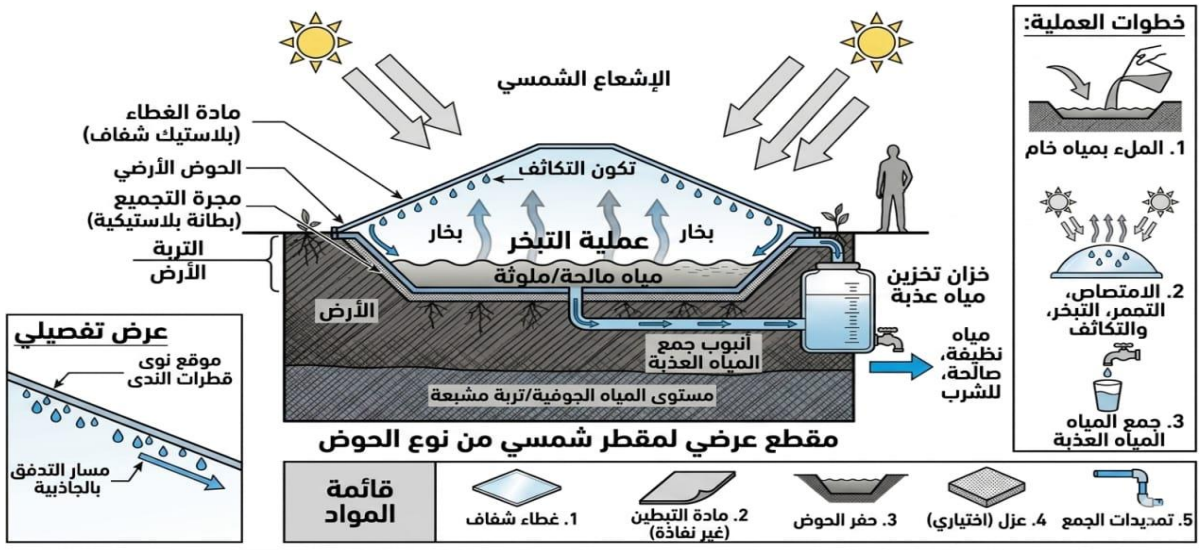


الشكل(II-9):يوضح الرسم المقطر الشمسي مزدوج الميل

ج_مقطر شمسي ارض- ماء:

كميات كبيرة من الرطوبة تخزن(تُدخر)في الأرض في المناطق الجافة بحيثُ هذه الرطوبة تعود إلى

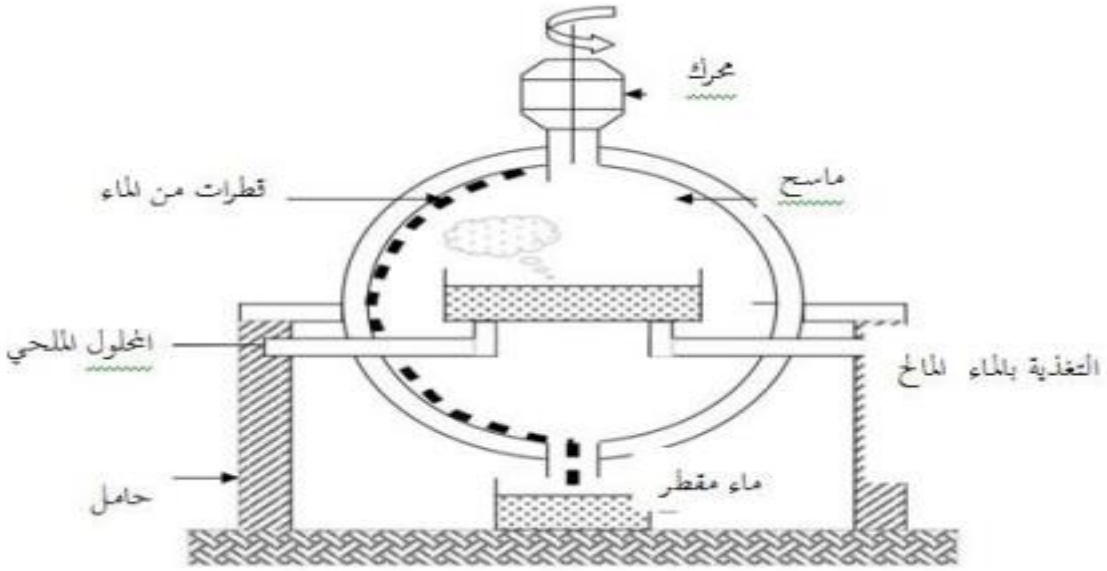
الغلاف الجوي خلال الفصل الساخن لإتمام الدورة الهيدرولوجية الطبيعية إذ يعتمد هذا النظام على حفر حفرة في التربة ووضع أو الأرض وهو وسيلة جد فعالةلإستخراج المياه العذبة من رطوبة التربة أو منالمياه الغير صالحة للشرب عن طريق الطاقة الشمسيةيشبه المقطر بميلين فقط نستبدل الحوض الأسود بالأرض[24].



الشكل(II-10):مخطط تفصيلي لألية عمل المقطر االشمسي الأرضي

د_مقطر كروي بماسح:

أول من إقتراح هذا المقطر هو **Pr.Menguy** بجامعة لندن ويحتوي على كرة شفافة مصنوعة أساسا من الزجاج وفي داخلها يوجد حوض دائري أفقي ، لونه أسود يعمل كماص للإشعاع الحراري، يوضع فيه المياه المالحة لتبخيره ثم يتكاثف هذا البخار المتصاعد تدريجيا إلى أن يلمس السطح الداخلي للزجاج ثم يُجمع في أسفل الشكل الكروي ولجعل هذا الزجاج شفافا يستعمل في السطح الداخلي ماسح يدور بواسطة محرك كهربائي في أعلى المقطر[21].



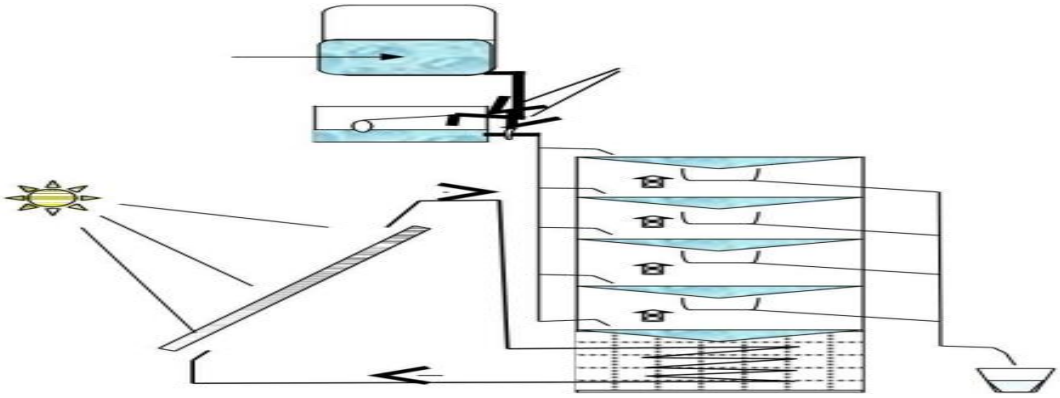
الشكل(II-11) : المقطر الشمسي الكروي

2_المقطرات المتعددة:

في العموم يحتويُ المقطر المتعدد على عدة مبخرات تعتمد هذه الأنظمة على إعادة إستخدام الحرارة الناتجة من عملية التكاثف لزيادة كفاءة التبخر في مراحل متعددة .يعمل هذا النموذج من المقطرات بإستعمال الغير المباشر لأشعة الشمس ،وتُعتبر من لأنظمة لأكثر كفاءة لكنها في مقابل أكثر تعقيدا من حيثُ التصميم والتكلفة وهناك عدة نماذج لهذا المقطر وهي:

أ_المقطر الشمسي متعدد الطوابق :

وهو مجموعة من الطوابق كل طابق يحتوي على الماء المالح، بحيثُ يسخن الطابق الأول عن طريق المبدل الحراري الذي يستقبل الحرارة من المائع المسخن باللاقط الشمسي – فيتبخر الماءالمالح ويتكاثف على السطح البارد المقابل وحرارة التكثيف بدورها تقوم بإسترجاع البخار لتسخين الماء الموجود فوق سطح التكثيف وهكذا تتكرر العملية حتى الطابق الأخير[25].



الشكل(II-12): يوضح مخطط متعدد الطوابق

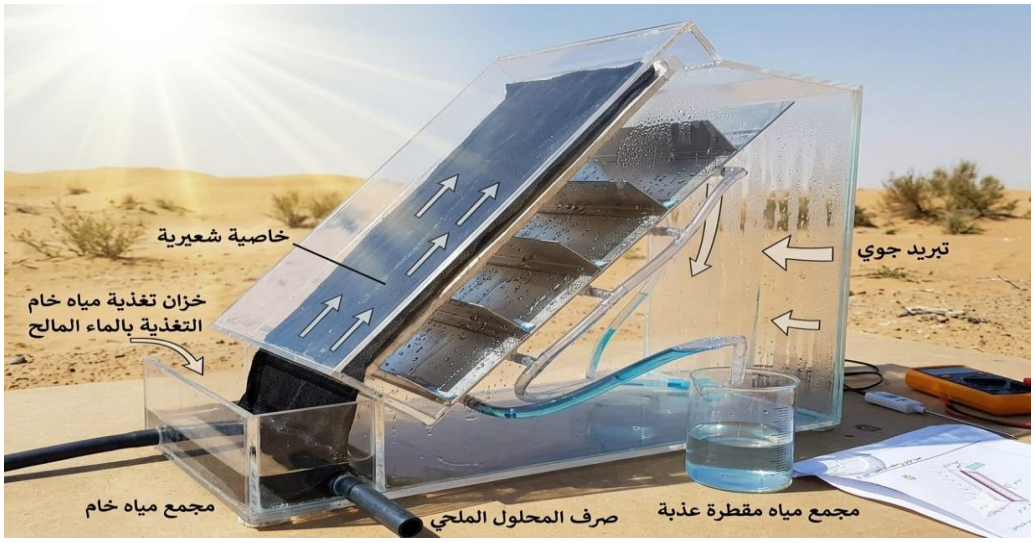
مثال:نظام يحتوي على عدة حجرات أو طوابق، حيثُ يتم إستغلال الحرارة المتبقية في كل مرحلة.

ب_المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية:

أول من إقترح هذا النوع من المقطر هو **Pr.Legofe** بمخبر العلوم والهندسة الكيميائية.

وبتعاون مع **Pr.Ouahes بجامعة الجزائر** .وهو مجموعة من الطوابق المعدنية (من الألمنيوم مثلا) متقابلة ومتوازية عموديا، مركبة داخل إطار خشبي معزول عزلاً حرارياً جيدا من الجهات الجانبية.كما يوجد أيضا غطاء زجاجي في الجهة العليا، حيثُ أن الطابق الأول يكون مطليا بالون الأسود لإمتصاص أكبر قدر من الطاقة الشمسية الساقطة عليه، وكل الطوابق مغطات من الخلف بقماش من نوع الشاش للإمتصاص وللأحتفاظ بالماء المراد تحليته. [21].

والذي يقوم بدروه بإمتصاص الحرارة من الطابق الأول فيتبخر الماء بفعل الحرارة المكتسبة من الإشعاع الحراري ،ويتكاثف على السطح المقابل البارد،كما أن الحرارة المكتسبة من التكثيف تقوم بتسخين الماء السائل على الشاش الملتصق خلف سطح التكثيف،وهكذا تتكرر العملية حتى الطابق الأخير.



الشكل(II-13): تمثيل فيزيائي وميداني للمقطر الشمسي المعتمد على الخاصية الشعيرية

3_المقطرات الشمسية المزودة بتقنيات تحسين:

ظهر هذا النوع نتيجة الحاجة إلى رفع كفاءة المقطرات التقليدية ،حيثُ يتم دمج تقنيات إضافية

مثل:

التبريد الخارجي

التخزين الحراري

التتبع الشمسي

التبريد الكهرو حراري

هذا النوع هوالأقرب للتطبيق العلمي في المشاريع الحديثة لأنه يجمع بين بساطة المقطر التقليدي وفعالية **التقنيات** الجديدة **مثلا مقطر شمسي مزدوج بوحدة Peltie لتبريد الزجاج.**

_خلاصة

يمكن القول إن إختيار نوع المقطر الشمسي يعتمد على عدة عوامل مثل **التكلفة، وسهولة التصنيع والهدف من لأستخدام .**ويتم تقيم المقطر الشمسي من خلال:

- ✓ **الكفاءة:**نسبة الطاقة الحرارية المستغلة في تبخير الماء
- ✓ **لإنتاجية:**كمية الماءالمنتجة يومياً لكل متر مربع عادةً تكون إنتاجية المقطر البسيط **حوالي2**إلى لتر/متر مربع/يوميا وهو مايكفي لتلبية إحتياجات شخص واحد تقريباً.ورغم بساطة وفعلية المقطرات التقليدية إلا أن الأتجاه الحديث يميل نحو تطويرها بإستخدام تقنيات مساعدة رفع كفاءتها وهو مايتوافق مع موضع هذه الدراسة.

1_4_مبدأعمل المقطرات الشمسية:

يعتمد مبدأ عمل المقطرات الشمسية على إستغلال الإشعاع الشمسي لتحويل المياه المالحة أو الملوثة إلى مياه نقية من خلال عمليتي التبخر والتكاثف، وهما من أهم الظواهر الفيزيائية المرتبطة بإنتقال الحرارة والكتلة .وتُحاكي هذه العلمية الدورة الطبيعية للماء في البيئة،مما يجعلها من أبسط تقنيات تحلية المياه وأكثرها إستدامة.

تبدأ هذه العملية بسقوط الإشعاع الشمسي على الغطاء الشفاف للمقطر ،والذي يسمح بمرور الأشعة القصيرة الموجة إلى دخل الحوض والماء الموجود بداخله .يؤدي هذا الإمتصاص إلى تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية ،مما يرفع درجة حرارة الماء تدريجياً. وعند وصول الماء إلى درجة حرارة مناسبة، تبدأ جزيئاته في التبخر والتحول إلى بخار الماء.

يرتفع بخار الماء داخل المقطر نتيجة إنخفاض كثافته مقارنة بالهواء، حتى يصل إلى السطح الداخلي للغطاء الزجاجي،الذي يكون أبرد نسبياً بسبب فقدان الحرارة نحو الوسط الخارجي. نتيجة لهذا الفرق في درجات الحرارة ،يحدثُ تكاثفللبخارعلى سطح الزجاجي، حيث يتحول إلى قطرات ماء نقية خالية من لأملاح والشوائب [26].

تتجمع قطرات الماء المتكاثفة على شكل طبقة رقيقة ثم تنساب بفعل الجاذبية على السطح المائل للغطاء الزجاجي نحو قناة تجميع، مخصصة حيثُ يتم الحصول على الماء المقطر.وتستمر هذه العملية بشكل متواصل طوال فترة الإشعاع الشمسي مع إختلاف في شدة الإنتاج حسب الظروف المناخية.

ويعتمد الأداء الحراري للمقطر الشمسي على وجود فرق في درجات الحرارة بين الماء داخل الحوض وسطح التكاثف، حيثُ كلما زاد هذا الفرق، تحسنت عملية التبخر والتكاثف معاً، مما يؤدي إلى الزيادة الإنتاجية كما تلعب عمليات إنتقال الحرارة(بلحمل، والتوصيل، ولأشعاع)وإنتقال الكتلة دوراً أساسياً في تحديد كفاءة النظام.

وعليه يمكن إعتبار المقطر الشمسي نظاماً حرارياً متكاملاً يعتمدعلى توازن دقيق بين عمليات التسخين والتبخر والتكاثف،مما يجعله مجالاً مهماً للدراسة والتحسين بهدف رفع كفاءته وزيادة كمية المياه المنتجة خاصة عند دمجه مع تقنيات حديثة مثل التبريد أو التتبع الشمسي.

في لأنظمة متعددة التأثير،يتم إستغلال حرارة التكاثف لإحداث تبخر جديد. مما يزيد من أداء كما يمكن إستخدام عناصر إضافية مثل:

المضخات المراوح لتحسين الأداء لكن ذلك يزيد من التكلفة والتعقيد.

4_ العوامل المؤثرة على أداء المقطرات الشمسية:

تتأثر كفاءة المقطرات الشمسية بعدة عوامل فيزيائية[27] ومناخية حيثُ تلعب هذه العوامل دوراً أساسياً في تحديد كمية المياه المنتجة يومياً. ويُعد فهم تأثير هذه العوامل أمراً ضرورياًمن أجل تحسين أداء المقطر الشمسي وزيادةمردوديته.

يُعتبر **الإشعاع الشمسي** العامل الأكثر تأثيراً، حيثُ يمثل المصدر الرئيسي للطاقة الحرارية داخل المقطر.فكلما زادت شدة الإشعاع،إرتفعت درجة حرارة الماء داخل الحوض، مما يؤدي إلى زيادة معدل التبخر وبتالي زيادة كمية المياه المقطرة. كما أن مدة سطوع الشمس خلال اليوم تؤثر بشكل مباشر على الإنتاجية.

كما تلعب **درجة حرارة الماء** دوراً محورياً، فكلما إرتفعت هذه الدرجة زاد معدل التبخر وهو ماينعكس إيجابياً على كمية المياه المنتجة. في مقابل ، تُعد درجة حرارة الزجاج عاملاً حاسماً في عملية التكاثف، حيثُ أن إنخفاضها مقارنة بدرجة حرارة البخار يُحسن من تكون قطرات الماء وإنسيابها نحو مجرى التجميع.

إضافة إلى ذالك يؤثر عمق الماء دخل الحوض بشكل ملحوظ على الأداء إذا أن تقليل العمق يسمح بتسخين أسرع وزيادة في معدل التبخر بينمايؤدي العمق الكبير إلى بطىء التسخين وإنخفاض الإنتاجية.

ومن بين العوامل المهمة كذالك **زاوية ميل الزجاج** حيثُ تلعب دورا أساسياً في تحسين إستقبال الإشعاع الشمسي وفي تسهيل إنزلاق قطرات الماء المكثفة نحو قناة التجميع،مما يقلل من إعادة تبخرها.وتشير العديد من الدراسات إلى أن إختيار زاوية ميل مناسبة، غالباً ماتكون قريبة منخط العرض الجغرافي للمنطقة، يساهم في تحسين الأداء العام للمقطر.

تؤثر**سرعة الرياح**على كفاءة المقطر، حيثُ تساعد سرعةالرياح المعتدلة على تبريد السطح الخارجي للزجاج ، مما يزيد فرق درجات الحرارة بين البخار وسطح التكاثف، وبتالي يحسن عملية التكاثف.غير أن زيادة سرعة الرياح بشكل كبير قد يؤدي إلى فقدان حراريمفرط، مما يقلل منكفاءة النظام.

أما **درجة حرارة الوسط المحيط** فهي عامل لا يقل أهمية إذ تؤثر على التوازن الحراري داخل المقطر حيثُ أن إنخفاض درجةحرارة الهواء الخارجي يساعد على تعزيز عملية التكاثف في حين إرتفاعها قد يقلل من الفرق الحراري ويؤثر سلباً على الإنتاجية

يؤثر **العازل الحراري لجسم المقطر** إلى حد كبير على مدى كفاءة العزل الحرري المستخدم وتعتمد هذه الكفاءة بشكل مباشر على قيمة العزل الحراري لذلك يتوجب الموازنة بين قيمة العزل الحرري وقيمة إنتاجيةالمقطر.

وعليه يمكننا القول أن التحكم في هذه العوامل أو تحسينها يمثل دوراً أساسياً في رفع كفاءة المقطرات الشمسية .خاصة عند دمج تقنيات حديثة مثل التتبع الشمسي أو التبريد الكهروحراري، مما يسمح بتحقيق أداء أفضل وزيادة إنتاج المياه المقطرة .

5_طرق تحسين كفاءة المقطرات الشمسية:

من خلال الإطلاع على العديد من الدراسات والتجارب المتعلقة بالمقطرات الشمسية، يمكن ملاحظة أن محدودية الإنتاجية تُعد من أبرز التحديات التي تواجه هذا النوع من الأنظمة، وهو مادفع الباحثين إلى تطوير عدة تقنيات تهدف إلى تحسين كفاءتها وزيادة مردودها اليومي.

من بين أهم طرق التحسين،نجد تحسين الإمتصاص الحراري داخل الحوض،حيثُ يتم إستخدام مواد ذات لون داكن أو طلاءات خاصة لزيادة إمتصاص الإشعاع الشمسي، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة الماء وتسريع عملية التبخر.

كما يُعتبر **تحسين العزل الحراري** من الوسائل الفعالة لتقليل الفواقد الحرارية، وذلك من خلال إستخدام مواد عازلة تمنع تسرب الحرارة إلى الوسط الخارجي.

كذلك يُعد تقليل درجة حرارة السطح الزجاجي من أهم العوامل التي تساهم في تحسين عملية التكاثف،حيثُ يمكن تحقيق ذلك عن طريق التبريد الخارجي بإستخدام الماء أو الهواء.

ومن خلال دراستي للموضوع ،أرى أن هذه الطريقة فعالة جداً لأنها تزيد الفرق في درجات الحرارة بين البخار وسطح التكاثف، ممايؤدي إلى زيادة كمية المياه المنتجة.

ومن التقنيات الحديثة التي لفتت إنتباهي إستخدام وحدات **التبريد الكهروحراري(peltier).**

حيثُ تساهم هذه الواحدات في تبريد السطح الزجاجي بشكل مستمر، مما يحسن عمليت التكاثف بشكل ملحوظ، يُعتبر نظام **تتبع الشمسي**من الحلول المهمة ،إذا يسمح بتوجيهالمقطر نحو الشمس طوال اليوم،وبتالي زيادة كمية الإشعاع الشمسي المستقبلة ورفع درجة حرارة الماء.

إضافة إلى ذلك يتم تخزين مواد تغيير الطورلتخزين الحرارة خلال فترات الإشعاع العالي وإطلاقها خلال فترات إنخفاضها، مما يساهم في إستمرار عملية التقطير حتى عند غياب الشمس.كما أن تقليل **عمق الماء داخل الحوض** يُعد من الطرق البسيطة والفعالة لزيادة سرعة التخسين ومعدل التبخر .

وعليه، يمكن القول أن **تحسين كفاءة المقطرات الشمسية** لا يعتمد على تقنية واحدة فقط ،بل هو نتيجة دمج عدة عوامل وتقنيات تهدف إلى تحسين عمليتي التبخر والتكاثف معاً، وهومايتماشى مع التوجهات الحديثة في تطوير أنظمة تحلية المياه بالطاقة الشمسية.

_.خلاصة الفصل

بشكل عام يمكن أن تكون المقطرات الشمسية من بين أهم الحلول لمشاكل نذرة وقلة المياه العذبة خاصة في مناطق الجافة .

يعتبر التقطير الشمسي حلاً علمياً ومستداماً تم إعتماده في عدة دول ، مع إختلاف طُرق تطبيقيه حسب الظروف المحلية، مما يعكس أهميته المتزايدة في مجال تحلية المياه بإستخدام الطاقات المتجددة.مع ذلك تبقى إحتياجات أخرى ضرورية من أجل رفع كفاءتها وزيادة إنتاج المياه المقطرة.

الفصل الثالث: رفع كفاءة إنتاج الماء المقطر

IIIتمهيد

يهدف هذا الفصل إلى دراسة سبل تحسين كفاءة إنتاج الماء المقطر من خلال تحليل العوامل المؤثرة في عمليتي التبخر والتكثف،فرفع كفاءة هذه العملية يتطلب ضابط الضروف الحرارية داخل نظام إنتاج ورفع كفاءة الماء المقطر بما يضمن زيادة كمية الماءالناتجة.

كما سيتم إستعراض بعض التقنيات المساعدة مثل التبريد بإستخدام أثر بيلتير التي تساهم في تعزيزعملية التكثف وفي الختام سيتم التحقق من التحسينات عبرالدراسةالتجريبية.

1_أساسيات تحسين إنتاج الماء المقطر :

1_1_تحسين عملية التبخر

تمثل مرحلة التبخر الخطوة الأولى في إنتاج الماء المقطر،إذا يتحول الماء من الحالة السائلة إلى بخار نتيجةإمتصاصه للطاقة الحرارية،تتوقف سرعة هذه العملية على كمية الحرارة المكتسبة، والتي ترتبط بدرجة حرارة الماء وشدة الإشعاع الساقط عليه.

إرتفاع درجة حرارة الماء يؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية لجزيئاته، مما يسهل إنفلاتها من السطح وتحولها إلى بخار.كما أن توسيع مساحة السطح المعرض للتسخين يساهم في رفع معدل التبخر.

علاوةً على ذلكيلعب العزل الحراري دوراً مهما في تقليل الفواقد نحو الوسط الخارجي، الأمر الذي يسمح بالحفاظ على أكبر قدر ممكن من الطاقة داخل النظام.وبناء عليه يعتمد تحسين التبخر على رفع كفاءة وإمتصاص الطاقة وتقليل ضياعها.[28]

1_2_تحسين عملية التكثف

تعتبر مرحلة التكثف المرحلة الموالية حيثُ يتحول بخار الماء إلى سائل عند ملامسته لسطح ذي درجة الحرارة منخفضة. وتعد هذه العملية حاسمة في تحديد كمية الماء المقطر الناتج،إذ أن ضعف التكثف يؤدي إلى ضياع جزء من البخار دون الأستفادة منه.

وتعتمد كفاءة التكثف بشكل أساسي على درجة حرارة سطح التكثيف،حيثُ كلما كان السطح أبرد زادت قدرة النضام على تحويل البخار إلى قطرات ماء.[28]

كما أن زيادة مساحة السطح المكثف تساهم في تحسين عملية التكثف، من خلال توفير مساحة أكبرلتجمع القطرات

2_ الفرق الحراري كعامل أساسي:

يعدالفرق الحراري بين منطقة التبخر و منطقة التكثف من اهم المؤشرات التي تحدد كفاءة عملية التقطير ، إذ أن زيادة هذا الفرق تؤدي إلى تسريع إنتقال البخار و تحسين عملية التكثف من جهة أخرى ، وهوما يؤدي إلى زيادة كمية الماء المقطر الناتجة.[28]

2_1_التوازن الحراري داخل النظام :

إن تحقيق أداء مرتفع لنظام التقطير يتطلب توازنا بين عمليتي التبخر والتكثف ، ففي حالة زيادة التبخر دون تحسين التكثف ، يحدث فقد للبخار دون الاستفادة منه ، بينما في حالة ضعف التبخر ، يبقى سطح التكثف غير مستغل بشكل كاف ، لذلك فإن التصميم الأمثل لأي جهاز تقطير يجب أن يحقق انسجاما بين العمليتين ، بما يضمن استغلالا كاملا للبخار المنتج .[28]

2_2_تأثير العوامل البيئية:

تؤثر الظروف المحيطة بشكل مباشر على أداء نظام التقطير ، حيث تلعب درجة حرارة الهواء دورا في تحديد الفواقد الحرارية، بينما تساهم سرعة الرياح في تبريد السطح الخارجي ، كما أن الرطوبة النسبية تؤثر على معدل التبخر، إذ تقلل الرطوبة العالية من سرعة تحول الماء إلى بخار ، يجب أخد هذه العوامل بعين الاعتبار عند تحليل النتائج التجريبية.

3_ تقنية تأثيربيلتير :

3_1_تعريف بيلتير:

يعرف تأثير بيلتير بأنه ظاهرة كهروحرارية يحدث فيها إنتقال الحرارة عبر وصلة مكونة من مادتين شبه موصلتين مختلفتين عند تمرير تيار كهربائي مستمر ، ينتج عن ذلك أمتصاص الحرارة من واجهة باردة و طردها إلى واجهة ساخنة، مما يخلق فرقا في درجات الحرارة بين وجهي الوحدة ، وتستخدم هذه الظاهرة في وحدات تعرف بإسم "وحدات بيلتير" أو "المبردات الكهروحرارية"[29].

3_2_المبدأ الفيزيائي:

يستند عمل تأثير بيلتير إلى حركة الإلكترونات داخل المواد شبه المواصلة(نوع p ونوع n) ، حيث تنتقل الشحنات من مستوى طاقة إلى اخر عند تطبيق فرق جهد، ما يؤدي إلى إمتصاص أوإطلاق طاقة حرارية ، عند ترتيب أزواج من هذه المواد بشكل وحدات ، يتم تعزيز هذا التأثير للحصول على قدرة تبريد ملموسة، تتحكم في شدة التأثيركل من شدة التيار، وخصائص المواد المستعملة ، إضافة إلى فرق الجهد المطبق. [29]

3_3_التمثيل الحراري للوحدة :

يمكن وصف أداء وحدة بيلتير منخلال التوازن بين الحرارة الممتصة من الجانب البارد و الحرارة المطروحة في الجانب الساخن ، حيث تتحول الطاقة الكهربائية الموردة ، وبالتالي تكون كفاءة الوحدة مرتبطة بقدرتها على نقل أكبر كمية ممكنة من الحرارة مع تقليل الخسائر.

3_4_خصائص التقنية :

تتسم وحدات بيلتير بعدة صفات تجعلها ملائمة للتطبيقات المخبرية :

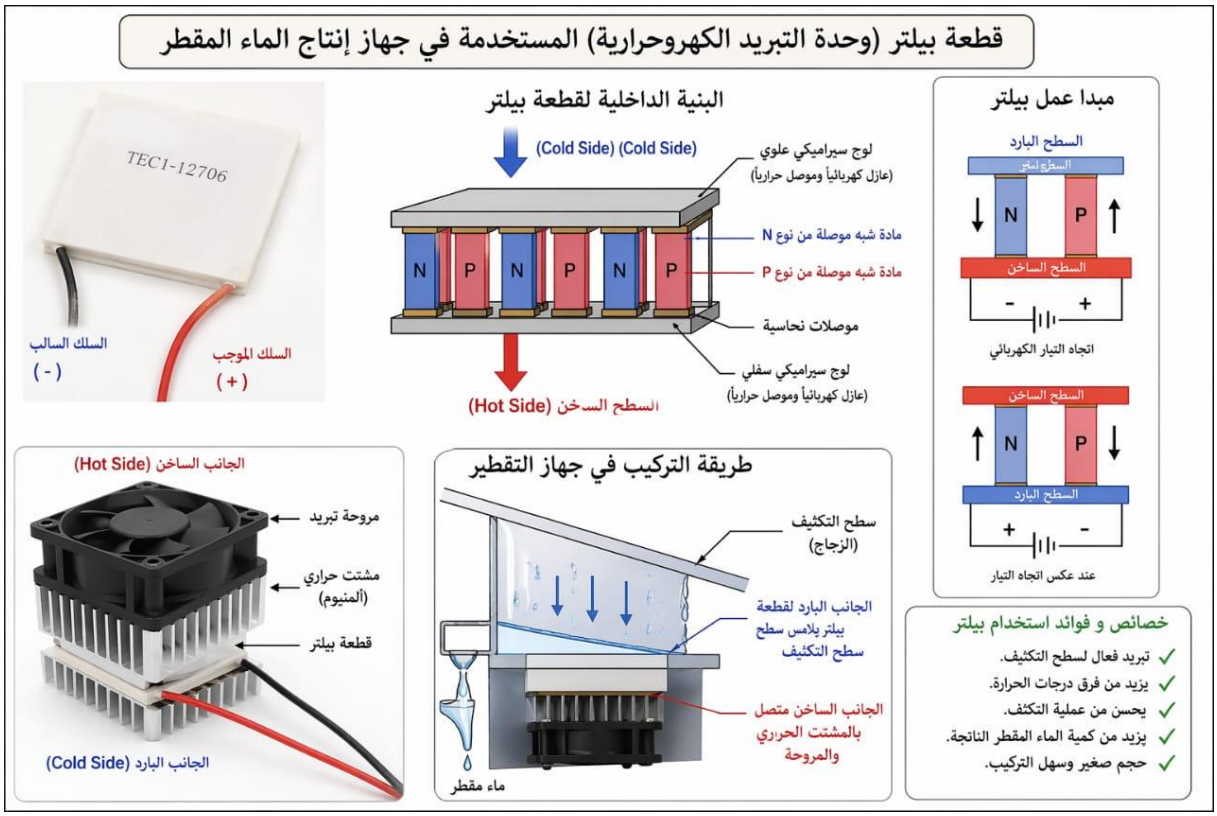
- ✓ حجمها الصغير و سهيلة دمجها ضمن الأنظمة
- ✓ غياب أجزاء ميكانيكية متحركة
- ✓ إمكانية التحكم الدقيق في درجات الحرارة

- ✓ تعزيز عملية التكثف
- ✓ استجابة سريعة للتغيرات
- ✓ غير أن أدائها يتأثر بقدرتها المحدودة مقارنة بأنظمة التبريد التقليدية .

3_5_أهمية بيلتر في تحسينإنتاج الماء المقطر:

يستخدم بيلترغالبا في أنضمة التقطير لتبريد السطح الساخن مما يعمل على خفض درجة الحراته وزيادة الفرق الحراري داخل النضام وبتالي يسهل ذلك تسريع عميلة تكثف البخار وتحويله مباشر إلى ماء سائل،ومنه ترتفع كمية الماء المنتجة.

يمكننا القول أن بيلتر هو العامل أساسي أوأداة الفعالة في تحسين عملية التكثف،وهي مرحلة مهمة جداً في التقطير.



الشكل(1-III): هياكل قطعة بيلتر وطريقة تركيب في جهاز التقطير

3_6_نظام التتبع الشمسي:

يقوم نظام التتبع الشمسي بتوجيه الألواح الكهروضوئية بإستمرار نحو الشمس لإلتقاط أقصى إشعاع ممكن وتوليد تيار كهربائي مستمر ، توجه هذه الطاقة المنتجة مباشرة لتغذية وحدة بيلتر و تشغيلها

ففي الذروة و عندما تشتد حرارة الشمس لتبخير الماء داخل المقطر تصل خلايا بيلتر في نفس اللحظة إلى أقصى طاقة تبريد لها بفضل التغذية الشمسية العالية ، مما يضمن تكثفا فوريا و سريعا للبخار.[30].

3_7_الدمج بين بيلتر والتتبع لشمسي:

ان دمج بين بيلتر و نظام التتبع الشمسي يمكن أن يكون الحل المناسب لرفع كفاءة إنتاج الماء المقطر ففي حين يعمل نظام التتبع الشمسي في توليد تيار كهربائي مستمر توجه هذه الطاقة المنتجة مباشرة لتغذية وحدة بيلتر و تشغيلها.

4_الدرسة التجريبية:

في هذا الجزء سوف ننتقل إلى الدرسة التجريبية الذي يتم من خلالها إلى تقيم أداء الجهازالمخبري في حالته العادية ثم مقارنته بعدإدخال التقنيات المحسنة من خلال متابعة مختلف تطورات إنتاج الماء المقطر مع مرور الزمن.

4_1_تمهيد بسيط لتجربة:

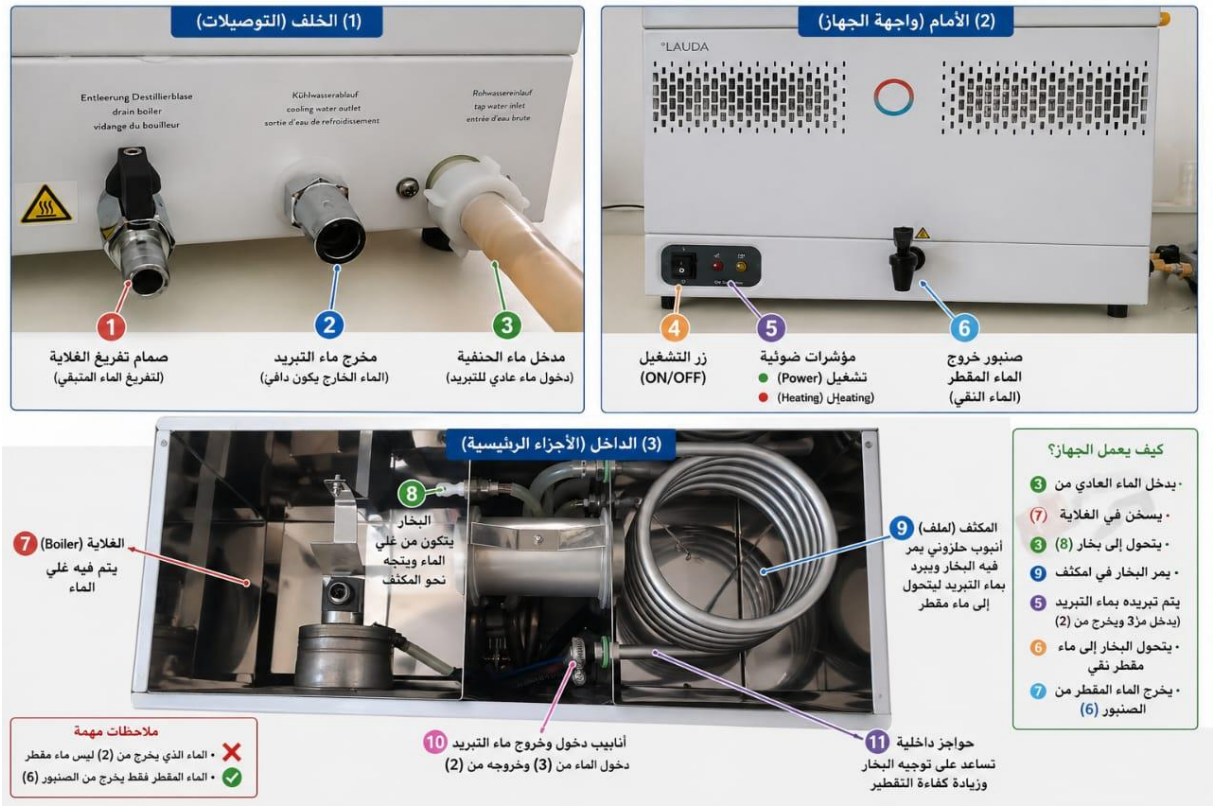
يمثل الجانب التطبيقي الخطوة الأساسية لتأكيد منطق الجانب النظري حيثُ من خلاله يمكن تقيم الأداء الحقيقي للجهاز.

تعتمدهذه التجربة على تشغيل الجهازالتقطير المخبري للإنتاج الماء المقطر تحت ظروف محددة مع تسجيل كل المعطيات.

4_2_عرض الجهاز التجريبي:

لإنجازالدرسةالتجربية سوف نعتمد على جهاز**(LAUDA)**وهو جهاز مخبري ألماني الصنع مخصص لإنتاج الماء المقطروالذي يعتمد علىكل من عمليتي التبخر والتكثف وذلك من خلال تقيم أدائه في الحالة الأصلية ثم دراسة تأثير التحسينات التقنية المقترحة على كفاءته الأنتاجية.

يمثل الشكل الموالي االهيكل العام للجهاز ومختلف مكوناته.



الشكل(III-2):يمثل الشكل الهيكل العام للجهاز التقطير المخبري

4_3_مبدأ عمل الجهاز:

✓ **مرحلةالتحول الطوري(التبخير):**

. العنصر (3):مدخل ماءالحنفية عبرهذا العنصر لملئ الغلاية.

. ا العنصر(7) Boiler: الغلاية يتم تسخين الماء بداخلها حتى درجة الغليان يتحول بعدها الماء إلى بخار تاركا خلفه كا من الشوائب والأملاح التي لاتتبخر

.العنصر (8):ينتقل البخار عبر هذا العنصر إلى المكثف

✓ **مرحلة التبادل الحراري (التكثيف)**

العنصر (9) Condenser: المكثف يمر البخارالصاعد المتحصل عليه على وحدة التكثيف وهي عبارة على أنبوب حلزوني ملفوف

التبريد:يتم تبريد هذا الملفوف الحلزوني بوسطة تدفق المستمر لمياه التبريد التي تمر حول الأنابيب دخول وخروج ماء التبريد.

العنصر (10): أنابيب التبريد مسؤولة عن إدخال وإخراج ماء التبريد.

تعمل هذه الأخير على خفض درجة الحرارة البخار داخل الملف الحلزوني مما يؤدي إلى تكثفه وتحوله إلى ماء مقطر

✓ **مرحلة التصريف والتجميع :**

. العنصر(6): خروج الماء المقطريخرج الماء المقطر الناتج من الصنبور الأمامي للجهاز ليكون جهاز بشكل كامل للأستخدامات المخبرية

. العنصر (2): خروج ماء التبريد يتم خروج ماء التبريد الدافئ بعدإكتسبه للحرارة الممتصة من البخار عبر مخرج منفصل ولا يختلط مع ماء المقطر نهائيا.

. العنصر(1):تصريف الماء المتبقي يتم تصريف الماء المتبقي الذي يحتوي على التركيز العالي لشوائب والأملاح من الغلاية بعد إنتهاء العملية يتم هدا بوسطة صمام تفريغ موجود في الغلاية.

1_المواصفات التقنية

(ON/OFF) :زر التشغيل لتشغيل وإيقاف الجهاز

العنصر(5): المؤشرات الضوئية اللون الأخضر يشير إلى أن الجهاز يعمل**(Power)**الون الأحمر يشير إلى أن عملية التسخين نشطة**(Heating).**

العنصر(11): الحواجز الداخليةوظيفتها توجيه البخار بكفاءة عالية نحو المكثف لضمان أعلى جودة للتقطير.

2_بداية التجربة:

✓ **الحالة الأولى قبل إضافة أليات رفع الكفاءة(الحالة العادية للجهاز):**

✓ **خطوات التجربة :**

قمنا بتشغيل جهاز التقطير المخبري من نوع **LAUDA**في حالته الأصلية دون إضافة أي تحسينات وذلك من أجل تقيم أدائه الأساسي.

في بداية قمنا بربط الجهاز بأنبوب لأيصال الماء من الحنفية إلى الجهاز لضمان عملية التبريد ثم قمنا بتشغيله ومراقبة سير العملية .

الشكل(III-3): توضح الأشكال كيفية توصيل الجهاز المخبري بالحنفية

لاحظنا أن الجهاز لايبدأ في إنتاج الماء المقطر مباشرة بعد تشغيله حيثُ يستغرق **حوالي20 دقيقة**لبداية الإنتاج وهي المدة الازمة لتسخين الماء داخل الغلاية والوصول إلى درجة الغليان.

بعد هذه المرحلة يبقى الجهاز في نظام تشغيل مستقر يتميز بالإنتاج المستمر للماء المقطر مما يسمح بإجراء القياسات بدقة

- ✓ **قياس الزمن**

بعد إستقرار تشغيل الجهاز قمنا بقياس الزمن الازم لملىء عينة ذو السعة **134ml** بالماء المقطر الناتج حيثُ ثم تسجيل زمن قدره حوالي **02.30(دقيقتين وثلاثون ثانية).**

الشكل(III-4): تسجيل الفترة زمنية للإنتاج الماء مقطر من جهاز المخبري لتقطير

- ✓ **إستمرارية الإنتاج**

تبقى عملية إنتاج الماء المقطر مستمرة دون إنقطاع وهذا مايدل على وصول الجهاز إلى حالة توازن حراري بين عمليتي التكثيف والتبخر.

- ✓ **كمية الإنتاج**

قمنا بقياس كميات معتبرة من الماء المقطر المنتجة بعدة زمنية محددة تم تسجيل إنتاج مايقارب **0.5 لتر كل 10 دقائق .**
إليك الشكل

الشكل (III-5): كمية الماء المقطر الناتج بعد 10دقائق

- ✓ **تحليل ومناقشة نتائج الحالة الأولى**

من الخلال النتائج يظهر أن الجهاز قام بإنتاج مستمر ومستقر للماء المقطر بعد مرحلة الأنطلاق حيثُ يُعتبر معدل التدفق المسجل كفاءة مقبولة ومعتبر للجهاز.

كما أن إستغراقه حوالي 20 دقيقة لبدء الإنتاج يمثل مرحلة أولية وضرورية للوصوله للحالة التشغيل المستقر والأنتاج المستمر.

وعلى رغم من هذا الأداء المقبول للجهاز إلا أن هناك إمكانيات أخرى لرفع كفاءة الجهاز من حيثُ زيادة الأنتاج ماءمقطر في مدة أقل وتسريع عملية التكثيف لزيادة معدل إنتاج الماء المقطر.

- ✓ **الحالة الثانية بعد إضافة أليات رفع كفاءة الجهاز:**
- ✓ **خطوات التجربة بعد التحسين:**

1. قمنا ببعض الإجراءات على جهاز المخبري للتقطير بهدف رفع كفاءة الإنتاج للماء المقطر بعد تفريغ الجهاز بشكل كلي من الماء المقطر التابع للحالة الأولى حيثُ تمثلت هذه الإجراءات في إضافة وحدات التبريد الكهرو حراري (Peltier) مدعمة بمشتت حراري في جهة الساخنة يعمل على الحرارة الناتجة عن تبريد قطعة بيلتر وتثبيث مروحة تبريد خلف المشتت من أجل تسريع طرح الحرارة إلى الوسط الخارجي يساهم هدا النظام في حفاظ على إستمرار قطعة بيلتر في تبريد ومنع إرتفاع درجة حرارتها **إليك الشكل**.

الشكل(III-6): يمثل الشكل وحدة بلتر المستخدمة لتبريد

2. قمنا بإستخدام نظام تتبع شمسي بواسطة الألواح الشمسية تم إستخدمها كمصدر طاقة لتشغيل وحدة بيلتر والمروحة حيثُ ربطنا المروحة**بلوح الشمسي الأسود** ومن جهة ثانية ربطنا وحدة بلتير **بلوح الشمسي الأحمر**..

بعد ذلك قمنا بتعريض الألواح الشمسية لأشعة الشمس مباشرة يساهم ذلك في تحقيق نظام مستدام يعتمد على الطاقات المتجددة.

الشكل(III-7):صورة للألواح الشمسية المستعملة في نظام التتبع الشمسي

3. قمنا بتثبيث وحدة التبريد مباشرة فوق السطح المعدني (الألمنيوم)الخاص بجهة التكثيف في الجهاز نوجه الوجه البارد لوحدة (Peltier)نحوسطح المكثف والوجه الساخن نحو الخارج (جهة المشتت الحراري والمروحة).

يساهم هذا التركيب في تقليل درجة حرارة سطح التكثيف مما يؤدي إلى تسريع عملية تكثيف وزيادة كمية الماءالمقطر المنتجة .

الشكل(III-8):تمثل الصورة تثبيث وحدة التبريد في جهة التكثيف للجهاز

- ✓ **قياس الزمن بعد التحسين**

قمنا بقياس زمن إمتلاء نفس العينة للحالة الأولى لكن هذه المرة بعد إضافة نظام التبريد إستغرق زمن تعبئة كأس البلاستكي ذو السعة 134ml حوالي**01:24 دقيقة وأربعة وعشرون ثانية.**

- ✓ **كمية لإنتاج بعد التحسن**

تم تسجيل زيادة كبيرة في كمية الماء المقطر الناتج وفي وقت أقل لتعبئة كميات معتبرة من الماء المقطر

- ✓ **تحليل ومناقشة النتائج المدروسة بعد إدخال التحسينات التقنية للجهاز**

من خلال النتائج التجربية يتوضح بعد إضافة نظام التبريد **(Peltier)** على جهاز التقطير المخبر تم تسجيل زيادة معتبر في كميات الماء المقطر الناتجوإنخفاض في الزمن المستغرق للإنتاج الماء المقطر.
تبين لنا من خلال النتائج أن إعتماد نظام التبريد الكهروحراري المدعوم بنظام التتبع الشمسي يمثل حلا فعلاً مناسب لرفع كفاءة إنتاج الماءالمقطر في الجهاز المخبريمن خلال زيادة الأنتاجية وتسريع زمن إنتاج الماء المقطر.

- ✓ **مقارنة النتائج التجربية وقبل وبعد إضافة النظام**

جدول 1: يمثل مقارنة أداء إنتاج الماء المقطر لجهاز المخبري

حالة الجهاز	حجم العينة (ml)	الزمن المستغرق (minS)	الزمن بالثانية(S)	معدل إنتاج الماء المقطر (ml/s)
قبل إضافة نظام التبريد	134	02 :30	150	0.89
بعد إضافة نظام التبريد	134	01 :24	84	1.60

2_الحسابات المرتبطة بالنتائج الجدول :

تم حساب معدل إنتاج الماء المقطر ونسبة تحسن معدل الإنتاج من خلال العلاقة التالية[31]:

$$R=V / t$$

- **R:معدل الإنتاج الماء مقطر(mL /S)**
- **V: حجم الماء المقطر المنتج(mL)**
- **t:الزمن المستغرق للإنتاج(S)**

- **قبل إضافة نظام التبريد :**

$$\frac{134}{150}=0.89ml/s$$

- **بعد إضافة نظام التبريد:**

$$\frac{134}{84}=1.60ml/s$$

- **حساب نسبةإنخفاض الزمن:**

- **η: نسبة انخفاض الزمن (%)**
- **t_1 :الزمن قبل إضافة نظام التبريد (s)**
- **t_2 : الزمن بعد إضافة نظام التبريد(S)**

$$\eta=((t1 - t2) / t1) \times 100$$

$$\eta = \frac{150 - 84}{150}\times100= 44\%$$

- **حساب نسبة معدل رفع كفاءة إنتاج الماء المقطر[31]**

- **η : نسبة زيادة معدل الإنتاج (%)**
- **R1 : معدل الإنتاج قبل إضافة نظام التبريد (ml/s)**
- **R2 : معدل الإنتاج بعد إضافة نظام التبريد (ml/s)**

$$\eta = ((R2 - R1) / R1) \times 100$$

$$\eta = \frac{1.60-0.89}{0.89} \times 100 = 80\%$$

4_تحليل النتائج الجدول

يتضح من خلال الجدول أنه عند إضافة نظام التبريد تحسن أداء الجهاز بشكل ملحوظ حيثُ أن انخفاض زمن الإنتاج الماء المقطر لنفس حجم الكأس)(134mlمن 150 ثانية إلى84 ثانية أي بنسبة تقدر ب44%.

كما أن معدل إنتاج الماء المقطر من الجهاز ارتفع من 0.89ml/sإلى 1.60ml/s أي بزياد تُقدر بحوالي 80%.

_الأستناج

يعود هذا التحسن في إنتاج الماء المقطر في وقت قصير إلى فعالية أداء نظام التبريد (Peltier) تسريع عملية التكثيف البخار مما أدى إلى زيادة كمية الماء المقطر المنتجة في وحدة الزمن.
أي أنه كلما تحسنت عملية التبريد داخل الجهاز كلما ازدادت سرعة التكثيف مما يؤدي إلى تقلص زمن الإنتاج وبالتالي رفع معدل إنتاج الماء المقطر.

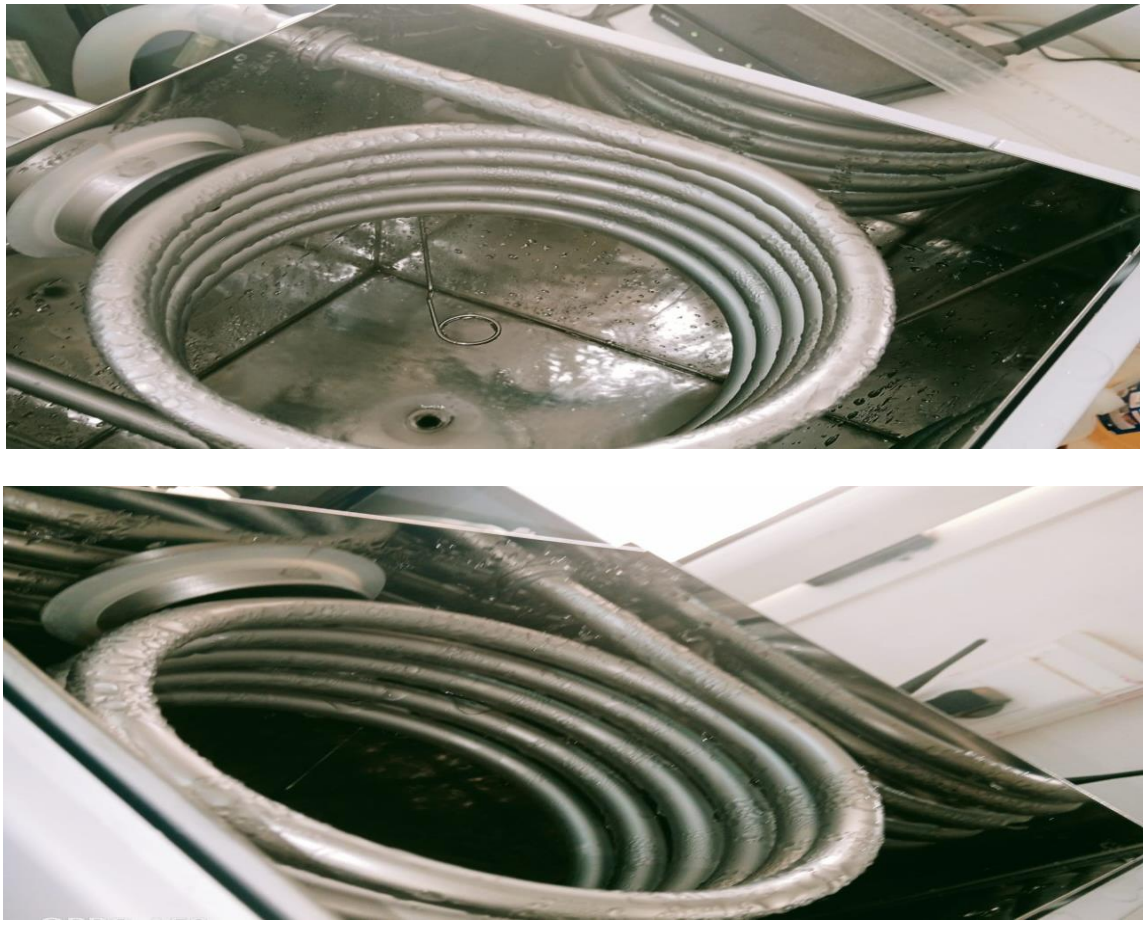
✓ **ملاحظة تجريبيه بعد فتح الجهاز**

بعد الانتهاء من عملية إنتاج الماء المقطر قمنا بفتح الجهاز المخبري لحظنا بشكل واضح تكون عدد كبير من قطرات الماء على سطح الحلزوني للمكثف ووجود رطوبة منتظمة على الجدران الداخلية للجهاز.

تؤكد هذه الملاحظة أن عملية التكثيف كانت فعالة بشكل جيد إذا أن انتشار قطرات بكثافة على كامل سطح الأنابيب يدل على:

- انخفاض جيد في درجة الحرارة سطح التكثيف
- تحول البخار إلى ماء بشكل أسرع
- استغلال أكبر للسطح التبادل الحراري

ومنه يمكن القول أن ملاحظة الأخيرة لتكثف القطرات على سطح المكثف بشكل منتظم وليس في مناطق محدودة يشير إلى أن التبريد كان شاملاً وهو مايبرر تحسن أداء النظام دخل الجهاز ورفع إنتاجيته للماء المقطر بعد إدخال نظام التبريد .



الشكل (III-10):تمثل الصور ملاحظة بصرية لحالة الجهاز بعد انتهاء عملية إنتاج ماء مقطر

_خلاصة الفصل

تم في هذا الفصل تقيم أداء جهازالمخبري لتقطير من نوع **LAUDA** قبل وبعد التحسينات التقنية الذي شملت كل من وحدة التبريد بيلتر ونظام التتبع الشمسي المتمثل في الألواح الشمسية .

تتجلى أهمية هذه التحسينات في قدرتها على ضبط العوامل المؤثرة على عمليتي التبخر والتكثيف،حيثُ يعد تحقيق التوازن الحراري داخل الجهاز المخبري الركيزة الأساسية لرفع كفاءة الإنتاج.

وقد أثبتت الدراسة أن تطوير آلية التبريد وتحسين انتقال الحرارة مع استغلال الأمثل لطاقة الشمسية.

هي عوامل حاسمة تساهم بشكل مباشر في زيادة معدل إنتاج الماء المقطر ورفع الكفاءة التشغيلية للنظام المستعمل في تجريب.

خاتمة عامة

خاتمة عامة

من خلال هذه المذكرة تم التطرق إلى دراسة عملية تهدف إلى المساهمة في حل مشكلة نقص المياه العذبة في المناطق الصحراوية والجافة. وركزتُ فيها بشكل أساسي على تطوير ورفع كفاءة جهاز إنتاج الماء المقطر المعروف باسمجهاز)**LAIDES**من خلال إضافة تقنيات حديثة على الجهازوالمتمثلة في**:** **نظام التتبع الشمسي وقطع بيلتر.**

ولإتمام هذا الموضوع قُسم العمل إلى ثلاثة فصول تم تناولها كاللأتي:

الفصل الأول: ركزتُ على الجانب النظري للطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية، ودرستُ الفرق بين الطاقة النظيفة والطاقات التقليدية الملوثة للبيئة، وكيف يمكننا استغلال حرارة الشمس كعنصر أساسي لتشغيل أجهزة تصفية وتحلية المياه.

في الفصل الثاني: تعمقتُ في دراسة مفهوم تحلية المياه ومختلف التقنيات والأنظمة المستعملة في هذا المجال عالمياً،كما ركزنا على المقطرات الشمسية وكيفية عملها، وتعرفتُ على العمليات الفيزيائية التي تحدث بداخلها مثل التبخر والتكثف، بالإضافة إلى رصد العوامل التقنية والبيئية المتحكمة في رفع الإنتاج اليومي للماء المقطر.

في الفصل الثالث والأخير (الجانب التطبيقي): انتقلتُ إلى التجربة العملية؛ حيث ركزهذا العمل على جهاز إنتاج الماء المقطرمن نوع **(LAIDES)** حيثُ قمننا بإجراء مقارنة دقيقة للأداء الجهاز في حالتين قبل وبعد التعديلات أُضيفَ للجهازنظام تتبع شمسي ودمجنا معه قطع بيلتر الكهروحرارية**(Peltier)** المدعمة بمروحة تبريد طاردة للحرارة ساعد هدا التعديل بشكل مباشر على تبريد المكثف ،مما خلق فارق حرارياً كبيراً ومستمراً بينه وبين الحوض (المملؤء بالماء الحنفية والخاضع للتسخين من خلال الغلاية الكهربائية)هذا الفارق الحراري ساعد على التكثيف الفُجائي للبخارالسخن مما قضى على مشكلة بطىء الأستجابة الحرارية للجهازوأدى إلى عملية التقطير السريع.

وبناءً على هذه هذه الدرسة التطبيقية تم التوصل بنجاح إلى رفع كفاءة ومضاعفة كميات الماء النقي المنتجة من الجهاز، يمكن من خلال ماتم التوصل إليه تعميم هذه الدراسة على المقطرات الشمسية كاخطوة أساسية لتطوير أنظمة تحلية المياه.

قائمة المراجع

المراجع

1.U.S. Energy Information Administration (EIA). (2023). Energy Explained. Washington, DC: U.S. Department of Energy. Homepage - U.S. Energy Information Administration (EIA)

2.International Energy Agency (IEA). (2023). World Energy Outlook 2023. Paris: IEA Publications.IEA – International Energy Agency

3.Encyclopaedia Britannica. (2023).. Encyclopaedia Britannica.Natural gas - Processing, Extraction, Refining | Britannica

4.Bouskar, Rabia; Berkane, Dalila, Uses of Solar Energy and Its Role in Achieving Sustainable Agricultural Development with Reference to Algeria and Experiences of Some Arab Countries, University of El Oued, 30 September 2022**Coal - IEA**

5.Richard Heinberg, The Party's Over: Oil, War and the Fate of Industrial Societies (2005)Page not found | UNECE

6..تاريخ التسريبات النووية التي هزّت العالم من تشيرنوبل إلى فوكوشيما - BBC News عربي

7.دور الطاقات المتجددة والأخضر والأزرق في دعم التحول نحو اقتصاد مستدام | مجلة العلوم الشاملة

8.تعريف بالطاقة المتجددة | الأمم المتحدة

9. Mohamed, M., Shan, W., & Amer, M. (2025). Concentration dynamics in solar photovoltaic supply chains: Lessons in clean energy transitions ديناميكيات التركيز في سلاسل توريد الخلايا الكهروضوئية الشمسية: دروسٌ في التحولات نحو الطاقة النظيفة | المجلة الليبية لأبحاث التنمية المستدامة

10.Faka, A. et al. (2019).Exposure of the road network to direct sunlight.Annals of GIS, Taylor & Francis.The three main components of solar radiation. | Download Scientific Diagram

11.EN Rabeh, M. (2018). Study and Design of a Solar Water Heating and Space Heating System (Master's thesis). University of El Oued, Faculty of Exact Sciences, Algeria.

12.Gude, V. G., & Fthenakis, V. (2024). Review of solar-enabled desalination and implications for zero-liquid-discharge applications. Progress in Energy, 6(3), 032004.

13.دراسة السكندر اكسيل فيتس، جادي جولان 2013 مجلة الطاقة الشمسية بحث بعنوان (زيادة كفاءة الخلايا الشمسية باستخدام اغشية جزيرة معدنية رقيقة) تحسين عمل الخلايا الشمسية السيلكونية – مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية

14.Soudani, M. E., Farah, H., & Mihoubi, K. (2018). Solar energy and thermal storage mechanisms (Master's thesis). University of Kasdi Merbah Ouargla, Algeria.DSpace at Kasdi Merbah University Ouargla: المركزات الشمسية وطرق وآليات التخزين الحراري

15. جم الدين بدر الدين البخاري (2007)، معجم المصطلحات الجغرافية (بالعربية والإنجليزية)SeaWater Desalination - Key Issues

16. Maurel, A. (1979). "Dessalement et énergies nouvelles", Desalination, Vol. 31, pp. 489-499.

17.Vaillant, J. R. (1975). "Les problèmes du dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres", Éditions Eyrolles, Paris, France.

18. Silver, R. S. (1964). "Nominal Source of Multi-Stage Flash Distillation", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol. 178, No. 1, pp. 339-374.

19. El Bar, M. S., "A theoretical study of a parabolic trough solar collector with a glass cover," Kasdi Merbah University Press, Ouargla, 2009

20.-94 دراسة تجريبية للتصميم المبتكر لتحلية المياه بالطاقة. (2023). مجلة البحوث التقنية .Experimental Study of Innovative Design for Solar Still Desalination | Journal of Technology Research

21. Tekha, M. (2004). "Comparative study and improvement of various solar stills for the production of drinking water in arid desert regions" (Magister's thesis). University of Ouargla, Algeria

22.Tiwari, G. N., Singh, H. N., & Tripathi, R. (2003). Present status of solar distillation structures. Solar Energy, 75(5), 367-373.

23.A. K. Singh et G. N. Tiwarit, P. B. Sharma and Emran Khan"optimization of orientation for higher yield of solar still for a given location", Energy conversion and Management, Pergamon 36 (1995)175-187.

24.Selami, H. (2000). Utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des eaux saumâtre dans les sud Algérien. Master's thesis, University of Ouargla.

25.Boussahel, R., & Montiel, A. (2003). "Traitement des eaux géothermales", Seminar Communication of El-Oued – Algeria, pp..340

26. Boualati, Y. (2004). Investigation sur la performance d'un distillateur solaire. Master's thesis, University of Ouargla, Algeria.

27. Nafey, A. S., Abdelkader, M., Abdelmotalip, A., & Mabrouk, A. A. (2000). Parameters affecting solar still productivity. Energy Conversion and Management, 41(16), pp. 1797-1809

28. Tiwari, G. N., & Sahota, L. (2017). Advanced Solar-Distillation Systems: Basic Principles, Thermal Modeling, and Its Application. Springer, Singapore.

29. دريبوشاك، ف. أ. (2008). تأثير بلتييه. مجلة التحليل الحراري والقياس الحراري، 91(1)، 311–315.Home | Journal of Thermal Analysis and Calorimetry | Springer Nature Link

30.Abdallah, S., & Badran, O. O. (2008). Sun tracking system for productivity enhancement of solar still. Desalination, 220(1-3), 669-676.

31.GeeksforGeeks. (2026). Percentage Increase Formula. GeeksforGeeks. Available at:Percentage Increase - GeeksforGeeks.

الملخص

ملخص:

تم خلال هذه الدراسة التوصل إلى حل نموذجي وتطبيقي لرفع كفاءة أجهزة إنتاج الماء المقطر وتحسين مردوديتها اليومية، حيث أُجريت هذه الدراسة التطبيقية في مخبر الإشعاع والبلازما و فيزياء السطوح بجامعة قاصدي مرباح بمدينة ورقلة. تمحور العمل حول إجراء دراسة تجريبية مقارنة على جهاز مخبري لإنتاج الماء المقطر من نوع (**LAUDA**). ولرفع كفاءة التكثيف وتقليص زمن الإنتاج، تم تعديل النظام وتدعيمه بقطع بيلتر (**PELTIER**) الكهروحرارية المدعمة بنظام تتبع شمسي مخصص لتوجيه وتحسين آلية التبريد والتبادل الحراري السريع.

ومن خلال المقارنة الدقيقة لأداء الجهاز قبل التعديل وبعده، أظهرت النتائج التجريبية تحسناً ملحوظاً؛ إذ ارتفع معدل إنتاج الماء المقطر من 0.89 مل/ثانية في الحالة العادية (قبل إضافة النظام) إلى 1.60 مل/ثانية (بعد إضافة نظام التبريد والتحسين)، مسجلاً بذلك زيادة في معدل الإنتاج بلغت 80%، بالإضافة إلى انخفاض في الزمن المستغرق للإنتاج بنسبة 44%. وتُثبت هذه النتائج الفعالية الكبيرة لدمج نظام التتبع الشمسي وقطع بيلتر كحل تقني دقيق لتطوير أجهزة إنتاج الماء المقطر وتحلية المياه وبلوغ التوازن الحراري المطلوب.

الكلمات المفتاحية: إنتاج الماء المقطر - جهاز تقطير مخبري (LAUDA) - قطع بيلتر (PELTIER) الكهروحرارية - التتبع الشمسي - التبادل الحراري - مقارنة الأداء - كفاءة الإنتاج

Summary:

In this study, a model and practical solution was developed to enhance the efficiency of distilled water production devices and improve their daily yield. This applied research was conducted at the Radiation, Plasma, and Surface Physics Laboratory at Kasdi Merbah University in Ouargla. The work focused on conducting a comparative experimental study on a LAUDA laboratory water distiller.

To increase condensation efficiency and reduce production time, the system was modified and integrated with thermoelectric Peltier modules, supported by a dedicated solar tracking system designed to direct and optimize the cooling mechanism and rapid heat exchange.

Through a precise comparison of the device's performance before and after modification, the experimental results showed a significant improvement. The rate of distilled water production rose from 0.89 mL/s in the standard state (before integration) to 1.60 mL/s (after adding the cooling and optimization system), marking an 80% increase in the production rate, alongside a 44% reduction in the time required for

production. These results demonstrate the high efficacy of integrating a solar tracking system with Peltier modules as a precise technical solution for developing water distillation and desalination devices and achieving the required thermal balance.

Keywords: Distilled water production - LAUDA laboratory distiller - Thermoelectric Peltier modules - Solar tracking - Heat exchange - Performance comparison - Production efficiency.